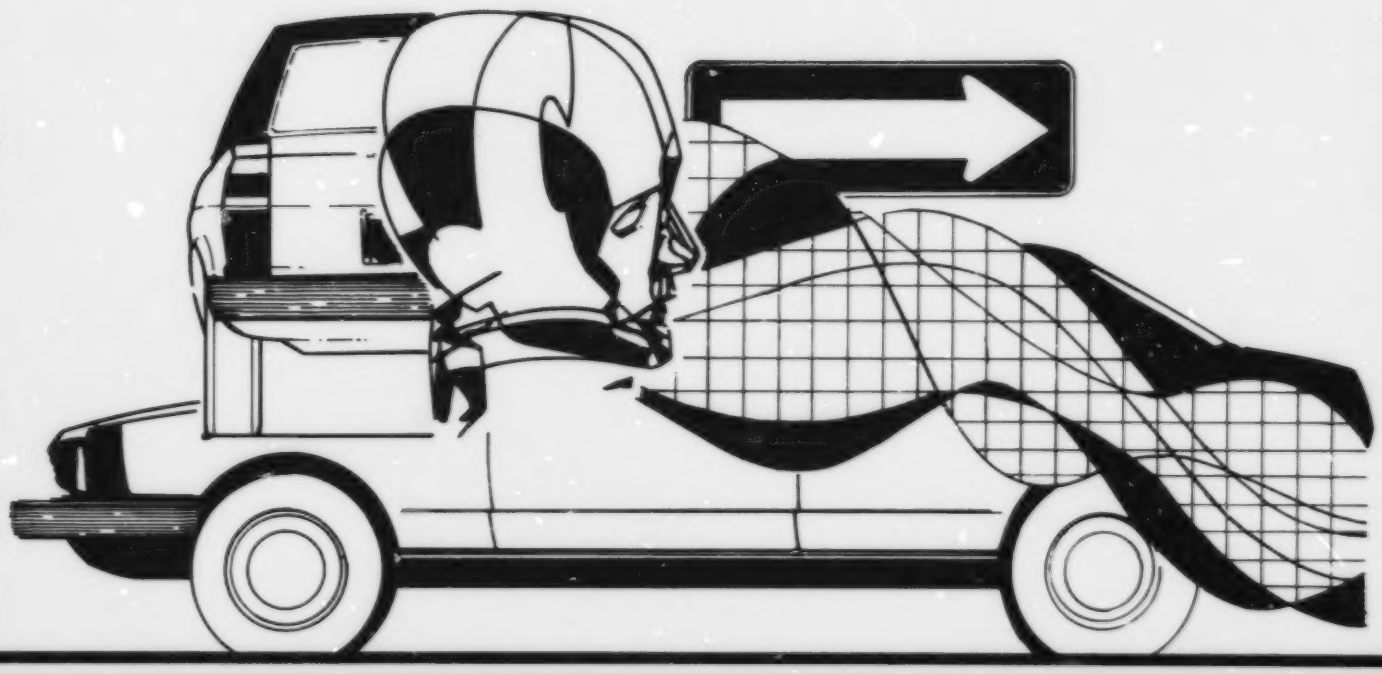
TP 8013 (E)

BACKGROUND PAPER ON SCHOOL BUS OCCUPANT PROTECTION IN CANADA



Transport Canada
Road Safety

Transports Canada
Sécurité routière

Canada

Transport Canada / Transports Canada

PUBLICATION DATA FORM

1. Transport Canada Publication No.	2. Project No.	3. Recipient's Catalogue No.
TP 8013		

4. Title and Subtitle

Background Paper on School Bus Occupant Protection in Canada

5. Publication Date

6. Performing Organization Document No.

7. Author(s)

T.M. Burtch, Gerry Farr, Paul Gutoskie, Brian Hendrick, Brian Jonah, Jim White

8. Transport Canada File No.

9. Performing Organization Name and Address

Traffic Safety Standards and Research Branch
Road Safety and Motor Vehicle Regulation Directorate
Transport Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0N5

10. DSS File No.

11. DSS or Transport Canada Contract No.

12. Sponsoring Agency Name and Address

Same

13. Type of Publication and Period Covered

14. Sponsoring Agency Code

15. Supplementary Notes

16. Project Officer

17. Abstract

This report provides a summary of school bus accident and injury characteristics, standards applying to school buses and their operation, and the results of studies relating to school bus safety.

In addition, the potential effectiveness of various other measures that have been proposed to improve the safety of school bus users is discussed (e.g. seat belts on school buses).

18. Key Words	19. Distribution Statement			
school bus safety motor vehicle standard	Copies available from Transport Canada			
20. Security Classification (of this publication)	**21. Security Classification (of this page)**	**22. Declassification (date)**	**23. No. of pages**	**24. Price**
Unclassified			34	

ADDENDA

Section 3.2.2. United States Accident Experience (page 8)

On 16th October, 1989 the U.S. National Transportation Safety Board released the general findings of a study of the crash performance of small school buses. Recommendations for improvements in the safety of these buses were made to the National Highway Traffic Safety Administration, the vehicle manufacturers, and people concerned with pupil transportation.

The Safety Board found that occupants of the small school buses generally fared well in the accidents investigated. Injuries, when sustained, were minor and were primarily to the face, head or lower limbs.

Unrestrained and lap-belted passengers showed similar patterns of minor injuries. Seating position, more than restraint use, appeared to influence the severity of injuries.

Publication Data Form, Section 7, "Author(s)"

Nancy Dawson's name should be added to the list of authors of this report.

TABLE OF CONTENTS

SUBJECT		PAGE
1.0	INTRODUCTION	1
2.0	CURRENT SCHOOL BUS SAFETY STANDARDS	1
2.1	Canadian Safety Standards	1
2.2	U.S. Safety Standards	2
2.3	Provincial and Territorial Government Standards and Policies	2
3.0	FACTORS TO BE CONSIDERED IN REVIEWING STANDARDS	3
3.1	Canadian Accident Data and School Bus Use Characteristics	4
3.2	Results of In-Depth Accident Investigations	6
3.2.1	Canadian Accident Information	6
3.2.2	United States Accident Experience	7
3.3	Seat Belts in School Buses	8
3.3.1	General	8
3.3.2	Full Scale Crash Tests	9
3.3.3	School Bus Seat Development Study	10
3.4	Rear Facing Seat Demonstration Project	12
3.4.1	Assessment of Performance of Seat and Seat Belt System	12
3.4.2	Views of Students, Parents and Drivers	15
3.4.3	Other General Issues	18

TABLE OF CONTENTS

SUBJECT		PAGE
4.0	EFFECTIVENESS AND COST OF POSSIBLE FUTURE CHANGES	18
4.1	Seat Belts in School Buses	18
4.2	School Bus Mirrors	20
4.2.1	Mirrors	20
4.2.2	Other Measures	21
4.2.3	"Proximity Awareness" Systems	22
4.3	Signaling Systems	23
4.3.1	School Bus Warning Lamps	23
4.3.2	School Bus Stop Arm	24
5.0	SUMMARY	25
	REFERENCES	27
	APPENDIX	

BACKGROUND PAPER ON SCHOOL BUS OCCUPANT PROTECTION IN CANADA

1.0 INTRODUCTION

Safe transportation of children while travelling to and from home and school is a matter of concern to all involved - parents and students, school officials, transportation companies and government agencies. Over the years in Canada, much of this transportation has been on school buses which have been specifically designed for this purpose and which must meet a number of federal and provincial government safety standards. In addition to these equipment standards, provincial and territorial governments and school boards have adopted various measures for driver qualification and training, special rules of the road for school buses and training of pupils on how to use school buses safely.

Notwithstanding these measures, there continues to be a high level of interest in ways to improve the safety of pupil transportation. The purpose of this paper is to provide a summary of school bus accident and injury characteristics, standards applying to school buses and their operation, and the results of studies relating to school bus safety. In addition, the potential effectiveness of various other measures that have been proposed to improve the safety of school bus users is discussed (e.g. seat belts on school buses).

This information is being used by Transport Canada to assess the need for additional school bus safety standards and will hopefully be useful to others interested in bus safety.

2.0 CURRENT SCHOOL BUS SAFETY STANDARDS

2.1 Canadian Safety Standards

The Motor Vehicle Safety Act requires that new or imported vehicles comply with all applicable safety standards. There are, at present, 35 federal safety standards which are applicable to school buses (Appendix A). These include a number of stringent occupant protection safety standards which were introduced in 1980: increased body joint strength (CMVSS 221); improved window retention and emergency exits (CMVSS 217); improved occupant protection (CMVSS 222) and better fuel system integrity (CMVSS 301).

The more stringent standards for school bus seats were based on extensive testing conducted in the U.S. and Canada. Occupant protection is improved by containing students between high-backed, heavily padded, closel spaced seats. A high, padded barrier replaced the old steel post and the modesty panel which was ahead of the front row of seats. Performance criteria were introduced to ensure that seats absorb a specific amount of energy if struck by an occupant during a collision. The method of attaching the seats to the floor and attaching the seat cushion to the seat frame was upgraded. These features are collectively referred to as the "compartmentalization" concept.

Canadian motor vehicle safety standards do not require the installation of seat belts for passengers (see Section 3.3.1 for further information).

2.2 U.S. Safety Standards

U.S. occupant protection safety standards are generally the same as those in Canada with the following exceptions which apply to smaller school buses (4 536 kg (10,000 lbs) or less).

1. The U.S. regulation FMVSS 222, which became effective April 1, 1977, requires that a lap belt be installed at each passenger seating position.

2. In Canada, a padded barrier must be installed ahead of each seat that does not have another seat within 610 mm of the Seating Reference Point (SRP)*. This barrier is not required in the U.S.

3. The Canadian regulation specifies a head protection zone which must be kept clear of obstructions or be padded, and a maximum spacing between passenger seats. This requirement is not mandatory in the U.S.

2.3 Provincial and Territorial Government Standards and Policies

---

* "Seating Reference Point" is the manufacturer's design reference point that establishes the rearmost riding position on the seat and simulates the position of the pivot centre of the human torso and thigh.

Provincial and territorial governments are responsible for regulations, standards or policies regarding the operation of motor vehicles, including school buses. These include driver and vehicle licensing, maintenance and inspection, and traffic laws governing school buses. The following summarizes our most recent information in this regard, obtained from provincial and territorial government representatives of the Canadian Council of Motor Transport Administrators (CCMTA).

In all jurisdictions, school bus drivers must pass specific medical, knowledge and road skills tests prior to licensing. In addition, periodic re-examination is required in most jurisdictions. The majority of provinces also require school buses to stop at all railway crossings. School buses in all jurisdictions must undergo at least annual safety and mechanical fitness inspections as part of vehicle licensing. These inspections are reasonably consistent in all jurisdictions. Traffic is required to stop in both directions for loading and unloading when red lights are flashing, although some provinces make exceptions for divided roadways. Individual provinces or territories also have additional requirements for school bus equipment, such as automatic stop arms or supplementary mirror systems.

Most provinces prohibit standees on school buses, and the remaining jurisdictions discourage the practice. No province or territory requires seat belts (other than for the driver) to be installed in school buses, although it is left to the discretion of local school boards or boards of education. In most jurisdictions, seat belts would have to be worn if the bus were so equipped.

3.0 FACTORS TO BE CONSIDERED IN REVIEWING STANDARDS

In any review of motor vehicle safety standards, a number of factors must be considered. These include alternatives to safety standards, the likely safety effect of any proposed change, the manufacturing feasibility of proposed changes, and the cost implications.

Since the last formal review of school bus safety standards, additional information has become available on characteristics of school bus accidents and injury patterns. The performance of current standards in

real-world collisions has been investigated, and alternative seating systems equipped with seat belts have been tested. The field performance (including utilization of seat belts) of a rear facing seat and seat belt configuration has been completed, and views of parents, students and school board officials on these modified systems have been obtained.

3.1 Canadian Accident Data and School Bus Use Characteristics

Detailed school bus accident data are not compiled on a regular basis in Canada. However, two special studies were completed by Transport Canada in 1978 and 1987 (References 1 and 2) which examined available Canadian school bus accident data as well as pupil transportation characteristics for the 1975 calendar year and the 1982/83 - 1984/85 academic years respectively. In addition, the 1985/86 figures have been obtained recently.

Table 1 shows the trend in pupil transportation characteristics as well as school bus casualty accidents and pupil casualty figures for the aforementioned years. The number of pupils transported daily to and from school (approximately 1.9 million) and the number of buses used to transport them (about 37,000) have remained virtually unchanged since 1975. The figures in this Table also demonstrate that an average of fewer than two pupils were killed as occupants of school buses during each of the years examined. The statistics also show that although the number of personal injury accidents involving school buses was higher during the recent years examined than in 1975, the number of school bus occupants injured was substantially lower (an average of about 370 for the years 1982/83 to 1985/86 compared to 600 in 1975). This reduction in injuries to school bus occupants may have partially resulted from the implementation of Canadian Motor Vehicle Safety Standard (CMVSS) 220 (Rollover Protection) and CMVSS 222 (higher seat backs with thicker padding) in 1980. These standards were specifically aimed at providing maximum protection for school bus occupants in road accidents.

During the academic years 1982/83 to 1985/86, most school bus occupant injuries were minimal or minor in nature (did not require hospitalization). Due to limitations in the accident data, it was not possible to discern the severity of injuries suffered by school

Table 1

Trends in School Bus Use and Accident Statistics

Year	Pupils Transported Daily	School Buses Used	Fatal & Personal Injury Accidents	Pupil Casualties Inside The School Bus			Pupil Casualties Outside The School Bus		
				Killed	Injured	Major Injuries	Killed	Injured	Major Injuries
1975	2 000 000	36 000	490	2	600	N/A	8	120	N/A
1982/83	1 909 000	35 341	543	5	368	20	7	108	23
1983/84	1 900 000	35 615	602	0	362	19	4	84	15
1984/85	1 908 000	37 013	634	1	323	8	6	85	23
1985/86	1 930 000	37 050	651	0	432	13	6	86	16

Note: Major injuries are a sub-group of injured occupants and include those occupants who were hospitalized.

bus occupants in 1975. Given that an average of 15 bus occupants suffered major injuries during each of the recent school years examined, it is likely that a similar number of school bus occupants sustained serious injuries in 1975. This suggests that most of the reduction in the number of injuries occurring in recent years did so in the minimal or minor varieties of injury.

Students were more likely to suffer serious or fatal injuries as pedestrians when they were struck by a school bus or other vehicle while crossing a road to get onto or after getting off the school bus.

A comparison of the injury rates per passenger-kilometre of travel for school bus occupants versus all motor vehicle occupants further demonstrates the relative safety of school buses. During the period 1982/83 to 1985/86, motor vehicle occupants were approximately 16 times more likely than school bus occupants to be injured in road accidents per passenger-kilometre of travel. This estimate assumes that school buses carried an average of 20 occupants per vehicle, while all other motor vehicles carried an average of two occupants per vehicle.

3.2 Results of In-Depth Accident Investigations

3.2.1 Canadian Accident Information

Since 1971, Transport Canada has supported a program of in-depth multidisciplinary road accident investigation in 10 centres across Canada. A continuing concern has been the safety of school buses and, in particular, their crash performance or crashworthiness.

A Summary of School Bus Accidents in Canada, investigated by Transport Canada, has recently been prepared (Reference 3). This summary includes reports of 58 school bus accidents over the past 11 years (1977-1988), including all nine collisions in which fatal injuries were incurred by occupants of the bus. Many of the reports are studies of spectacular crashes in which little or no injury occurred; others are minor incidents resulting in serious injury. Of particular interest to Transport Canada is the safety performance of school buses built after the introduction of new occupant protection standards in 1980.

As only nine reports of collisions involving post-1980 standard buses are contained in the Summary, it is

difficult to come to reliable conclusions regarding improvements to these vehicles. However, some observations can be made regarding the specific areas addressed by the current Canadian Motor Vehicle Safety Standards (CMVSS).

The design of side windows has been effective in preventing ejections since no ejections were reported in any of the nine cases, including four severe rollovers. In addition, no ruptures of body panel joints were noted in any of these nine collisions, five of which were quite severe.

The design of the passenger seats and their spacing was also assessed. Ten major injuries were incurred by the 248 occupants of the nine buses. Of these, nine were injured as a result of intrusion into the bus by an object or vehicle. The tenth occupant received injuries as a consequence of being asleep in a prone position on the seat. The use of seat belts by any of these ten students would not likely have reduced their injury level.

There were two collisions in which the performance of fuel tanks was severely tested. In both cases the fuel tanks were adequately protected by the cage fitted to meet the requirements of this standard.

Finally, mirrors intended to alleviate the problem of blind spots in front of buses have not been shown to solve this problem entirely. There are cases of buses equipped with the new mirrors driving over pedestrians.

Overall, the Summary indicated that the transportation of children on school buses is safe. However, children debarking from the bus may be at greater risk than while on the bus. For example, a study in the Ottawa area found that six children died as a result of being run over by their own school bus.

3.2.2 United States Accident Experience

In addition to the Canadian research, much can be learned from the experience of other countries, particularly the United States. Most notable is a recent study by the U.S. National Transportation Safety Board. In 1987, they released a study of the crash performance of 43 large school buses built after the introduction of the more stringent standards summarized in Section 2.2 (Reference 4).

The report generally concluded that the modern large school bus is an extremely safe form of transportation. The Board uncovered no major shortcomings and stated that the use of seat belts would not have reduced the number of serious or fatal injuries.

A second study, documenting the performance of smaller buses (those equipped with seat belts), is expected to be released in 1989.

3.3 Seat Belts in School Buses

3.3.1 General

CMVSS 222 "School Bus Passenger Seating and Crash Protection" was proposed in the Canada Gazette Part I on February 4, 1978, to become effective September 1, 1978. The proposal would have required that seat belts be installed at each designated seating position in all smaller school buses (gross vehicle weight rating of 4 536 kg or less) and that seat belt attachment points be provided on seats in school buses with a weight rating greater than 4 536 kg.

Due to the many adverse representations received from manufacturers, school boards and operators, the seat belt and seat belt anchorage requirements were withdrawn. This was done with the understanding that there would be a thorough review of the effect that seat belts would have on school bus occupant safety and further investigation of the areas of concern raised by commentators to the Part I. Those commenting questioned the following:

a) cost-benefit ratio due to the low number of accidents involving school buses;

b) adverse effect of seat belts on the undeveloped bone structure of young children;

c) operational problems such as replacement of damaged belts and maintenance of belts;

d) difficulty of monitoring students to ensure that belts were worn and properly adjusted;

e) potential for using belts as weapons to strike another student; and,

f) concern about liability of the operator or driver if the belts were not worn and/or were improperly adjusted if the bus was involved in an accident.

CMVSS 222 without the seat belt requirement became effective September 30, 1980.

3.3.2 Full Scale Crash Tests

In late 1984, Transport Canada performed full-scale crash testing on three different sized school buses, to measure the effect that seat belts might have toward improving occupant protection (Reference 5). The buses used were a 66-passenger, full size Blue Bird conventional type, a 22-passenger Thomas Minotour and a 20-passenger Campwagon van conversion.

Each bus contained six test dummies, instrumented to record forces on the head, chest and femurs. These dummies were meant to represent older public school students. Three of the dummies were secured in place with a manually adjusted lap belt and three were left unrestrained. The buses were crashed into a concrete barrier at a speed of approximately 48 km/h (30 mph) to simulate a severe frontal collision.

For an analysis of the results, the Head Injury Criteria (HIC) value and chest acceleration were used. The HIC value is a measure of head accelerations and their duration. An upper limit of 1000 is used as the threshold above which serious injury or death can be inferred. An upper limit of 60g* for longer than 3 milliseconds is the threshold used to infer the severity of the chest injury.

In general, the results indicated that the belted dummies experienced more severe head and lower chest accelerations than did the unbelted ones. Furthermore, from the film data, the belted dummies showed more severe rearward neck extensions mainly due to the angle at which they struck the seat ahead of them. Dummies restrained by seat belts in both the Thomas and the Campwagon buses experienced HIC values in excess of 1000, whereas the unrestrained dummies experienced HIC values of less than 1000. In the large Blue Bird bus, all dummies experienced HIC values of less than 1000, but those restrained by seat belts had values

---

* "g" is the acceleration due to gravity

approximately three times greater than those for the unrestrained ones.

These differences can be explained by the fact that the restrained dummies pivoted about the lap belt, striking their heads severely on the seat back in front. The dummy heads compressed the seat back padding to such a degree that they hit on the steel structure underlying the padding.

These tests also suggested that if seat belts were to be added to school bus seats, the entire seating system should be considered. Such consideration led to the school bus seat development program.

3.3.3 School Bus Seat Development Study

To investigate possible methods of improving the protection for school bus occupants, a project was initiated to design, construct and test five different seating concepts, each employing a restraint system (lap belt, lap-shoulder belt or harness). Modifications were made to a standard .99 m (39 inch) wide Blue Bird seat with manual seat belts in order to meet the specific requirements for each of the new concepts. In addition to these five new designs, a standard Blue Bird bus seat with lap belts was also tested to provide baseline data for comparison purposes.

The five new seat designs were the following:

1) Contoured padded seat back and lap belt combination. This design included additional padding on the top and rear of the seat back.

2) Less aggressive seat back and lap belt combination. The top portion of the seat back frame was modified to allow greater seat back deflection when struck from the rear.

3) Rearward facing seat with lap belt. The seat was turned to face the rear of the bus and the seat back was increased in height.

4) Three-point restraint system. This seat incorporated an automotive type lap and shoulder belt requiring that the seat frame structure be considerably reinforced.

5) Multi-point restraint system. This seat incorporated a harness type restraint, consisting of a lap and two shoulder straps. The seat frame structure was again considerably reinforced.

All seat belt systems, with the exception of the unaltered seat and the multi-point restraint system, used automatic locking retractors rather than emergency locking retractors.

The seats were tested on the Hyge impact test facility at the Defence and Civil Institute for Environmental Medicine (DCIEM) in Toronto. Both head-on and oblique (30 degrees from head-on) tests were performed at a deceleration of 30g's from 48 km/h. Instrumented test dummies were used to acquire test data for head and chest acceleration, femur (thigh bone) and seat belt loads. High speed filming of each of the tests was also done to assist in the analysis of the results.

The test results can be summarized as follows:

1) Contoured padded seat back. The results were essentially the same as those for the standard unaltered seat.

2) Less aggressive seat back. The peak head acceleration was significantly lower and the chest acceleration was somewhat lower than for the unaltered seat. However, the Head Injury Criteria (HIC) value was essentially the same as that calculated for the unaltered seat.

3) Rearward facing seat. This seat showed a significant reduction in all recorded injury criteria, compared to the standard unaltered seat.

4) Three-point and multi-point restraint systems. Both these systems significantly reduced the head acceleration and HIC, but not the chest acceleration.

The following conclusions were reached from this test program (Reference 6):

i) The rearward facing seat was effective in reducing all injury levels to acceptable values.

ii) The upper torso restraint on the three-point system reduced the HIC value to acceptable levels but did

not improve the peak chest acceleration. However, if a three-point restraint system were used, it would be imperative that all occupants wear seat belts, since the increased stiffness of the seat structure required for three-point seat belts would cause additional injury to unrestrained occupants in a collision.

iii) The two systems which used modified forward facing seats and lap belts were not effective in reducing HIC to acceptable levels.

iv) The multi-point seat belt system was cumbersome to use and permitted submarining (sliding under the belt) of the test dummy.

v) The location of the retractors on the lower seat frame must be re-examined to prevent possible damage by knee contact from the rear.

3.4. Rear Facing Seat Demonstration Project

3.4.1 Assessment of Performance of Seat and Seat Belt System

In order to investigate the concept of rear-facing seats further, a demonstration project was initiated. Three school buses were purchased and modified by installing rearward facing seats with lap belts. In addition, large mirrors were installed on the rear wall of the bus in an effort to allow the driver to establish eye contact with the rearward facing students.

The buses were loaned to four school boards across Canada for their use during the 1987-88 school year. The buses were run on regular school bus routes to determine the acceptance of the seating arrangement by students, drivers, teachers, parents and school officials.

A 22-passenger bus was loaned to the Toronto Board of Education for operation by their transportation contractor, Allway Transportation Systems. This bus was operated in a large urban area throughout the year.

A 48-passenger bus was loaned to School District 36, in Surrey, B.C.. This bus was operated in a combination urban/rural environment.

A 66-passenger bus was loaned to the Kings County District School Board in Kentville, Nova Scotia for the period from September 1987 to January 1988. This bus operated in a mainly rural setting, in the Annapolis Valley area. From February to June 1988, the bus was used by the Northside Victoria District School Board, on Cape Breton Island. Here it operated in a rural environment, over some very hilly terrain.

Operation of the buses and the performance of the equipment on the buses were monitored by Transport Canada throughout the school year. This was done by personal inspections and by talking to both school officials and bus drivers. The following items were noted during the operation of the three buses over the school year.

1. There were three seat belts installed per 99 m seat although very few boards actually carried three students per seat. It was difficult to fasten the belts with three students on a seat.

2. There were some complaints of the belts tightening up on rough roads. Retractors of the emergency locking type could be expected to reduce this problem.

3. The belts were routed through plastic guides which protruded about 3" above the seat surface so that they would be easily accessible. However, most of these guides were broken off as a result of the students sitting on them.

4. Any retractors which are used must be designed to prevent small items from falling into them and causing them to jam. This was not a big problem but it did occur a few times.

5. Some seat belts became twisted when they retracted into the retractor. This did not affect the operation of the belt and the condition was easily corrected. However, retractor re-design should eliminate this problem.

6. The seat belts were too long and should be shortened. This would also lessen the incidence of belts twisting in the retractor housing.

7. Belts tended to fall behind the seat if they were not being used.

8. Due to the high backed seats, there was a visibility problem for drivers on the right hand side. The driver had difficulty seeing traffic approaching from an angle at the right.

9. There were also complaints that the aisle width was too narrow. This was probably a result of the seats being higher, since the aisle was the same width as in the regular buses.

10. The mirrors installed on the rear wall to provide the driver a frontal view of the students proved to be of little use, due to excessive vibration. In one instance, though, the driver commented that the students didn't know he couldn't see them, and the mirror had a positive psychological effect toward improving discipline.

11. There were some complaints that the seats were too close together. This was probably due to the high backs also, since seat spacing was spaced almost the same as in a new "normal" bus.

12. There were no incidents of seat belts being used as a weapon.

13. There was one incident where some belts were deliberately tied in a knot. This was the only incident of deliberate vandalism.

14. There were some complaints of students feeling ill because they were facing rearwards. In most cases, they overcame the problem in a few days. The students seemed very adaptable to the rear-facing seat concept.

15. Seat belt usage varied with student age and driver insistence on wearing. Almost all young students wore the belts. The wearing rate then dropped off significantly for high school students.

16. Some drivers commented that because of the high-backed seats, they could not see the students and discipline deteriorated somewhat. Others commented that discipline on the bus actually improved. The seat belts and high-backed seats cut down on the visiting and hanging over seat backs. Students complained that they couldn't talk as easily with their neighbours.

17. Parents who had the opportunity to examine the bus liked the concept and thought it was an improvement.

18. One of the operators requested that the rear windows be changed from the tempered glass to laminated glass, as is used in the windshield. For occupants facing the rear, this would be a reasonable approach to follow. Laminated glass does not produce flying shards when broken.

3.4.2 Views of Students, Parents and Drivers

The evaluation of the demonstration buses equipped with rear-facing seats with seat belts involved obtaining information from many of the participants in the project (Reference 7). Questionnaires were distributed to all students who had the opportunity to ride as passengers on the demonstration buses on their regular school bus routes and parents of younger children. The school bus drivers were interviewed either by telephone or in person to discuss their experiences of driving the demonstration buses. Informal discussions were held with small groups of students who were passengers on the demonstration buses. School officials noted any comments received about the buses. Finally, Transport Canada research staff took school bus rides for observation and conversation with students and drivers in each location.

Questionnaire Results

Over 900 students were given questionnaires. Students in grades 6 through 12 completed a student version of the questionnaire while students in junior kindergarten to grade 5 and special education programs took home questionnaires for their parents to complete. To date, 467 questionnaires have been returned, about 50% of the number distributed.

Forty-seven percent of the students who responded to the questionnaires reported that they had problems with the demonstration buses. The major problems were feeling sick (reported by 20% of all student respondents), uncomfortable seat belts (9%) and insufficient space between seats (9%). The reporting of problems was not dependent on students' age, sex or grade level. However, location was a factor as 70% of students in Surrey reported problems, compared with 43% in King's County, Nova Scotia and 49% in Cape Breton, Nova Scotia. When asked specifically about feeling sick, 43% answered in the affirmative.

The apparent safety level of the demonstration bus was on average rated higher than the apparent safety level of the regular school buses. The oldest group of students (17-20) was least convinced of the safety benefits of the demonstration bus compared with younger students (11-16).

Students 11-14 years of age reported on average more frequent seat belt usage on the bus compared with older students, with lowest use shown for those 17 and older. Seat belt use on the buses was similar in King's County and Cape Breton (on average a student used a seat belt 6 out of 10 times) but was close to zero in Surrey. About one-third of the students said they favoured the demonstration bus, with greater favourability in both King's County and Cape Breton.

The most common comments about the bus referred to the seats - too high, too close together, etc. - and were given by 15% of students. A further 9% disliked the seat belts, and 10% disliked facing backwards. However, 12% of students commented that they liked the bus and felt safer riding on it.

The parent version of the questionnaire was designed to obtain information about children from junior kindergarten age (4 years) to grade 5 age (about 10-11 years). Fifteen percent of parents who responded reported that their children had some sort of problem concerning the demonstration bus. The major problem (8%) was children feeling sick on the bus. When asked directly about sickness, 21% reported that their child had felt sick on the bus. Seventy-five percent of parents favoured the demonstration bus. Parents in the Toronto Board rated regular buses (which are equipped with seat belts in this Board) safer than did other parents and were least favourable towards the demonstration bus. Some parents (10%) expressed concern about the safety of rear-facing seats due to the driver's inability to supervise the children, and a lack of understanding of the purpose of this seat configuration. Other parents mentioned a concern about the safety of seat belts and childrens' ability to unfasten them in emergency situations, and the need for bus monitors to ensure correct seat belt usage.

In all, 16 school bus drivers had the opportunity to drive one of the demonstration buses. Interviews were conducted with these drivers to discuss the issues of student conduct, seat belt use, seat belt problems and

driver attitude toward the demonstration bus. Information was also obtained concerning driver experience and any field trips that occurred.

Student conduct on the buses seemed to vary depending on the driver and his or her tolerance for noise, movement, etc., as though students were very much aware of their driver's limits and behaved much the same as usual, regardless of the type of bus. Student motion sickness was not mentioned as a big problem. In fact, most drivers did not receive any complaints at all from their passengers. As noted in Section 3.4.1, there were some problems with the seat belts. Belts got twisted and jammed in the retractors. Seat belts seemed to tighten up very easily and too tightly for the smaller students.

Seat belt usage was estimated at 90-100% for primary and elementary level students. For junior high and high school students, the seat belt usage rate was about 40-75%, except in Surrey where it was close to zero.

Most of the drivers were either slightly favourable or favourable toward the demonstration buses. Those who were unfavourable in their opinions were those who seemed to have more of a problem with student discipline on the bus. All drivers expressed concern about the inability to supervise the children as well as on a regular bus, but for those with stricter rules of behaviour for students, this was not a major problem.

Although discussion groups were held with students before the questionnaire results were examined, the discussions basically confirmed the questionnaire results. Young students generally favoured the demonstration bus, liked the seat belts, liked riding backwards and felt safer on the bus. Older students did not like riding backwards, found the seats too close together and did not like the seat belts. It should be noted that with three belts on a seat, the seat was definitely uncomfortable for older, larger students. Perhaps, with only two belts per seat and somewhat wider spacing between seats, the reaction from older students would be more favourable.

Finally, researchers' observations made while riding on school bus routes confirmed the drivers' estimates of seat belt usage. Seat belt use declined as student

age increased. The comments from older students about the close fit in the seats, lack of legroom and belts sticking into them were also confirmed.

3.4.3 Other General Issues

During the interview and discussion process, some other issues were raised about school bus transportation in general. These included the role of driver training and awareness in reducing accidents: student monitors for control of students around and inside the bus; more rigorous control of drivers passing stopped school buses; radios for buses; and bus routing reviews to minimize students crossing roadways. All of these are potentially useful measures, but the extent to which they may currently be in place and their potential safety effectiveness are not presently known.

4.0 EFFECTIVENESS AND COST OF POSSIBLE FUTURE CHANGES

4.1 Seat Belts in School Buses

The potential safety benefits of seat belts on school buses are not known. The results to date of testing and in-depth accident investigations in Canada and the United States suggest the unique (to school buses) seat spacing and padding requirements and other factors such as the relatively large size of buses, result in very few fatalities or serious injuries. Although lap seat belts in automobiles are estimated to reduce the likelihood of death or serious injury by 20 and 25 percent respectively, it is not known if the same would be true for school buses.

Cost estimates to incorporate each design into a school bus were obtained from the Blue Bird Body Company in Fort Valley, Georgia. The estimated <u>increase</u> in cost to build a seat which incorporates the changes is tabulated in Table 2.

These cost figures did not include any provision for other modifications indicated as a result of the testing program (Reference 6). The retractor, located at knee level, would have to be protected from damage. The rearward facing seat would have to be reinforced somewhat to lessen the rearward deflection of a seat in a collision. Such costs would depend upon the final design chosen.

Table 2: Production Cost Increase Estimates in 1985 Canadian Dollars

Seat Type	Cost of Frame Modifications Per Seat (1)	Cost of Restraint System Per Seat (2)	Total Cost Increase Per Seat (3) (4)	Total Cost Per 66 Passenger Bus (3) (4)	Total Cost Per 22 Passenger Bus (3) (4)
Contoured padded	$ 7.00	$33.00	$ 40.00	$ 880.00	$ 320.00
Less aggressive	$ 20.30	$33.00	$ 53.30	$1 172.60	$ 426.40
Rearward facing	$ 26.60	$33.00	$ 59.60	$1 311.20	$ 476.80
Three-point	$ 63.70	$52.50	$116.20	$2 556.40	$ 929.60
Multi-point	$109.20	$45.00	$154.20	$3 392.40	$1 233.60

(1) These figures are increased costs for changes made to basic Blue Bird seat. These are Blue Bird's wholesale price to their distributors and do not include a distributor mark-up.

(2) These costs are actual costs for standard items from Bendix Restraint Systems. These retractors are stock items and there is no discount for volume quantities.

(3) This would be wholesale cost to school bus distributor.

(4) These figures are based on 3 belts per seat.

Note: Cost to install the lap belt with retractor on existing unaltered seat would be approximately the same for the contoured-padded seat.

These designs and costs were based on a specific manufacturer's seat. Other manufacturers would have to modify the designs to suit their own manufacturing methods.

4.2 School Bus Mirrors

More student fatalities occur outside the bus than inside. For example, during the three academic years 1982-83 to 1984-85, 14 of the 20 students killed in school bus accidents in Canada were run over by school buses (Reference 2). A common problem in such accidents is that the driver was simply not aware that any students were close to the bus.

For many years, federal and provincial regulations have required certain equipment on school buses to address safety problems associated with passengers approaching, boarding or leaving the bus. In addition, various types and designs of mirrors and warning systems have been developed that may provide improved safety in certain conditions. Some of these meet federal and provincial requirements, while others go beyond them or address the problem of bus loading safety in ways not envisaged in current regulations. The sections that follow summarize available information on current standards and such other equipment.

Information directed at students and drivers to improve their awareness of safety behaviours required at school bus stops can be an alternative or supplement to extra school bus safety equipment. For example, driver training and refresher courses may help to maximize the effectiveness of existing and new equipment. Through training, students can also be made more aware of the purpose and limitations of school bus safety equipment and of their responsibility to stay well clear of the bus and within the driver's view at all times while approaching or exiting the bus.

4.2.1 Mirrors

Canada Motor Vehicle Safety Standard (CMVSS) 111 requires all new school buses sold in Canada to be equipped with at least three mirrors: a plane (flat) rearview mirror on each side of the bus, each with a minimum area of 325 cm^2; and, a convex (curved) "crossview" mirror of at least 260 cm^2 area at the left or right front corner of the bus. The side mirrors

provide the normal rear view, and are large enough to view the area adjacent to the right rear wheel.

The crossview mirror provides a view of the largest blind spot - the road directly in front of the vehicle, from the bumper out to a point where the driver can see the road directly (as much as 4 m away). If situated at the right front corner and with a small enough radius, the crossview mirror can also provide a view of the area along the right side of the bus forward of the door and adjacent to the right front wheel. Canadian Standards Association (CSA) standard D250 "School Buses" also requires a separate convex mirror specifically to view this right side area. (CSA D250 is referenced in some provincial highway traffic acts and is used as an ordering specification by school bus operators.)

Mirrors will not always provide the required view or clarity needed for the driver to see a student in every circumstance. Obviously, the mirrors must be kept clean and well-aimed. However, the major operational problem with mirrors is reduced contrast from rain on the mirror (and windows), low reflectance or darkness. Snow may completely obscure the mirrors in winter driving. Drivers may experience difficulty interpreting the distorted image in a convex mirror.

School bus operators often fit additional mirrors to provide a better view of pedestrians and traffic to the driver. However, drivers need additional time to scan the extra mirrors. The number of mirrors can be minimized by using mirrors which provide a wide field of view. Mirrors range in price from $20 to $40.

4.2.2 Other Measures

Various measures are available which may overcome the shortcomings of existing mirrors. However, evidence of their effectiveness is either anecdotal or unavailable. These measures include:

a) A pivoting barrier system, or "crossing control arm", which projects forward from the right front corner of the bus when the bus is stopped. The barrier, approximately 1.8 metres long, is designed to prevent students from walking into the front blind spot. It stows against the front bumper when the bus is in motion. The unit cost is approximately $300 to $400.

b) Buses in which the driver and entrance door are ahead of the front wheels. These buses have no engine hood so that the driver can see the road closer to the bumper. A forward control, 72-passenger bus costs approximately $58,000 to $65,000, compared to about $50,000 for a regular school bus of the same capacity with equivalent equipment.

c) The use of senior students as monitors who get off the bus at each stop, check the blind spots for the driver and ensure that students get on and off the bus and cross the road safely. This idea has not been popular with school authorities and bus operators because of organizational problems and the question of who is liable in the event of an accident - the driver or the monitor.

d) "Proximity Awareness" systems - see next section.

4.2.3 "Proximity Awareness" Systems

These systems are electronic devices which are intended to provide a warning to the driver when an obstacle is sensed near the bus. The sensors themselves can be placed near the front bumper to "view" the forward blind spot, and in front of each rear wheel. A signal lamp and a buzzer on the instrument panel warn the driver when an obstacle is sensed.

Numerous systems based on radar, ultrasonic or infrared technologies have been developed and marketed. Most are very costly in comparison to mirrors, which they would not replace. Prices for uninstalled units range from $300 to more than $1,000. The contact bar is another concept. When an obstacle strikes a bar placed across the front of the bus underneath the bumper, or in front of the rear wheels, it triggers a switch which provides a warning to the driver and can also cause the brakes to apply immediately.

Video systems can also be used, but are more like "electronic mirrors" than the systems described above because the warning is entirely passive - the driver must still scan and interpret a display to determine if there is an obstacle.

Very little public information is available about the relative safety effectiveness and reliability of these systems. Most are sensitive to such factors as

movement of the object (radar won't necessarily detect a motionless object), aiming and/or sensitivity adjustment of electronic circuits. In addition, rain, mud, snow and ice build-up or extreme cold may render these devices inoperative.

Other operational problems can include outright failure, false warnings (from potholes, leaves, paper, etc.), lack of warning when a genuine obstacle is encountered and additional maintenance - the aim and sensitivity may need to be checked periodically. Also, with the possible exception of a contact bar that automatically applies the brakes, proximity sensing systems require that the driver perceive the warning, understand it and act accordingly. A disadvantage of the contact bar is that no warning occurs until the bus starts to move and the obstacle is almost underneath the wheels.

About four percent of school bus accidents involve backing up. Backup warning devices which produce an audible warning for people standing behind the vehicle are probably not justified for school buses, because over 98 percent of reversing accidents involve property damage only (only five people injured, none fatally, in three years) (Reference 2). These devices typically cost $100 to $125 and are generally reliable.

4.3 Signalling Systems

In the three school years covered by the recent Transport Canada study (Reference 2), two students were killed and a further 45 were injured in collisions with other vehicles passing the school bus. In such cases, there is little the school bus driver can do directly, other than possibly to shout a warning to the student if he/she sees the possibility of a collision. However, signalling systems are available on school buses that are designed to warn other drivers to stop for students crossing the road to or from a stopped school bus. All Canadian provinces and territories require that school buses be equipped with warning lamps; some require additional signalling systems.

4.3.1 School Bus Warning Lamps

CMVSS 108 "Lighting Equipment" requires all new school buses to be equipped with four alternately flashing red warning lights, two on the front and two on the rear, located near the roof. These lights warn other drivers

to stop while children are entering or leaving the school bus and crossing the road. They are switched on by the driver as he/she stops the bus. The use of school bus warning lights is required in all provinces.

Although not required by federal regulation, an "eight-light" system is obligatory on school buses in four provinces or territories (Nova Scotia, New Brunswick, Manitoba and Alberta), permitted in four others, and prohibited in the remaining four. In this system, a yellow light is adjacent to each red light. The driver activates the flashing yellow lights a few seconds before he stops to warn motorists that the bus is slowing down and will be stopping to pick up or discharge passengers. Opening of the door after the bus has stopped, automatically causes the yellow lights to switch off and the normal red warning lights to be activated. It should be noted that the normal four-light system can also be switched on prior to stopping. The eight-light system costs approximately $170 more than the four-light system ($300 versus $130 per bus) and has higher maintenance costs.

There is very little published data available to show whether or not the eight-light system is superior to the four-light (red only) system in preventing illegal passing. In a study done for the U.S. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) in 1984 (Reference 8), no significant differences in passing violations were found between the four- and eight-light systems.

4.3.2 School Bus Stop Arm

The stop arm is an octagonal red "STOP" sign with two red lights on both sides of the sign. It is mounted on the left side of the bus adjacent to the driver. When the flashing red school bus warning lights are activated or when the door is opened, the stop arm automatically swings out and its lights begin to flash. The installed cost of an electrically-operated stop arm is approximately $375.

Studies of the stop arm in Alberta and Ontario have shown that it reduces the rate of illegal passing by 50 percent in comparison to buses without stop arms. In the NHTSA study (Reference 8), the stop arm used in conjunction with the eight-light system reduced passing violations by one-third to one-half compared to the eight-light system without a stop arm. This study

offered several possible reasons for the reduction in violations, as follows:

i) The stop arm may serve as a "visual barrier", discouraging motorists from passing the bus.

ii) Drivers have been conditioned to stop for "stop" signs.

iii) The stop arm is more compelling than just the flashing roof lights, because of its location near the roadway and the fact that it swings out only when motorists must stop.

iv) The stop arm is a more reliable warning signal (at eye level on the left side of the bus) than the flashing roof lights, which may not always be visible to motorists because of such obstructions as a tree or vehicle blocking the driver's view.

Stop arms are now required on school buses in five provinces - Newfoundland, Ontario, Manitoba, Saskatchewan and Alberta. All other jurisdictions permit its use.

A recent Canadian innovation is a much longer and higher-mounted stop arm which extends the stop sign out into the middle of the adjacent lane. There are as yet no data to indicate how effective it may be compared to the regular stop arm and whether there are any operational problems associated with its use.

Transport Canada is presently considering amending CMVSS 108 to require regular stop arms on all new school buses sold in Canada.

5.0 SUMMARY

The purpose of this document is to provide background data and information on school bus transportation and safety. Available data suggests students have a relatively low risk of serious injury or death while being transported to and from school. There are higher risks when students are outside of the school bus (as pedestrians) rather than as occupants of the bus. The current regime of safety standards and practices at the federal and provincial level has been summarized, and a number of possible measures to further improve student

safety have been described. This information is being used by Transport Canada in assessing what additional vehicle safety standards may be warranted for school buses. It is hoped this report will encourage others interested in school bus safety to bring forward their views and comments.

REFERENCES

1. Gutoskie, P.A. School bus Accident Study, Technical Memorandum TMSE 7801, Transport Canada, Ottawa, Canada, July 1978.

2. Gutoskie, P.A. An Analysis of Canadian School Bus Accident Records, 1982-83 - 1984-85. Report No. TP8740, Transport Canada, Ottawa, Canada, August 1987.

3. Hendrick, B.E. Canadian School Bus Accident Summary, 1977-1988. Report No. ASF-S-682-88, Transport Canada, December 1988.

4. Safety Study - Crashworthiness of Large Post-Standard School Buses, 1984-86. Report No. NTSB/SS-87/01, National Transportation Safety Board, Washington, D.C., U.S.A., March 18, 1987.

5. Farr, G.N. School Bus Safety Study, Vol. I & II, Report No. TP6222E, Transport Canada, Ottawa, Canada, January 1985.

6. Farr, G.N. School Bus Seat Development Study. Report No. TP8445E, Transport Canada, Ottawa, Canada, April 1987.

7. Dawson, N.E. Evaluation of the School Bus Demonstration Project. Technical Memorandum TMRU 8801, Transport Canada, Ottawa, Canada, October 1988.

8. Hale, A.; Shapiro, R.G.; Blomberg, R.D.; Kearney, E.F. Development and Test of Rural Pedestrian Safety Countermeasures. Dunlap & Associates, Inc. for National Highway Traffic Safety Administration. Report No. DOT-HS-806 518 (PB84-186 410), Washington, D.C., U.S.A., December 1983.

APPENDIX

CANADA MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS APPLICABLE TO SCHOOL BUSES

STATUS OF CANADA MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARDS
TOTAL: 35 - APPLICABLE TO SCHOOL BUSES - DECEMBER 1988

The following school bus standards are currently in effect:

Standard	Title	Requirements
101	Control Location and Identification	Location, identification and illumination of certain controls; metrication of speedometer (01/77), odometer (09/77) and international symbols.
102	Transmission Shift Control Sequence	Identification and operation of automatic and manual transmission sequences; engine braking and starter lockout provisions.
103	Windshield Defrosting and Defogging	Presence of a windshield defrosting and defogging system.
104	Windshield Wiping and Washing System	Presence of a 2-speed wiping system; frequency of wiping; definition of wiping pattern; presence of a washing system.
105	Brake System	Specify the equipment, performance and testing of hydraulic brakes.
106	Brake Hoses	Minimum standard for air, hydraulic and vacuum braking system hoses.
107	Reflecting Surfaces	No bright reflecting surfaces in the driver's field of view.
108	Lighting Equipment	Specifies quantity, location, operation and power of exterior lighting equipment; including school bus warning lamps.
108.1	Headlamps	Permits use of certain European headlamps.
111	Rearview Mirrors	Specify rearview mirror requirements, and a mirror to allow the driver to view across the front of the bus.
112	Headlamp Concealment	Specifies normal and failsafe operation of concealed headlamp systems.

Standard	Title	Requirements
113	Hood Latch System	Provision of a hood latch system and a secondary latching system if the open hood obstructs all or part of a driver's vision.
115	Vehicle Identification Number	Standarized coding scheme for serial number, vehicle make and characteristics, to improve accuracy of provincial registration systems and to assist in vehicle recalls.
116	Hydraulic Brake Fluid	Specifies properties of hydraulic braking fluid (pH, viscosity, boiling point, corrosive effect, etc.)
119 (CMVTSS)	Tires	Specifies tests for endurance, strength; treadwear indicators; information on sidewall.
120	Tire Selection & Rims	Ensures adequate tire size and load rating for the vehicle, and correct rim size and type.
121	Air Brake Systems	Air brake reservoir capacity, emergency and parking brakes and failure warnings.
124	Accelerator Control System	Engine speed control must return to closed position upon driver release of accelerator control or breakage of throttle linkage.
205	Glazing Material	Tests for glazing (including plastics) e.g. visibility; impact and abrasion resistance; banded edges on all non-tempered school bus glazing.
207	Anchorage of Seats	Strength of driver seat and seat anchorages (see also 222).
208	Seat Belt Installation	Seat belt for driver (see also 222).
209	Seat Belt Assemblies	Strength and hardware of seat belts.

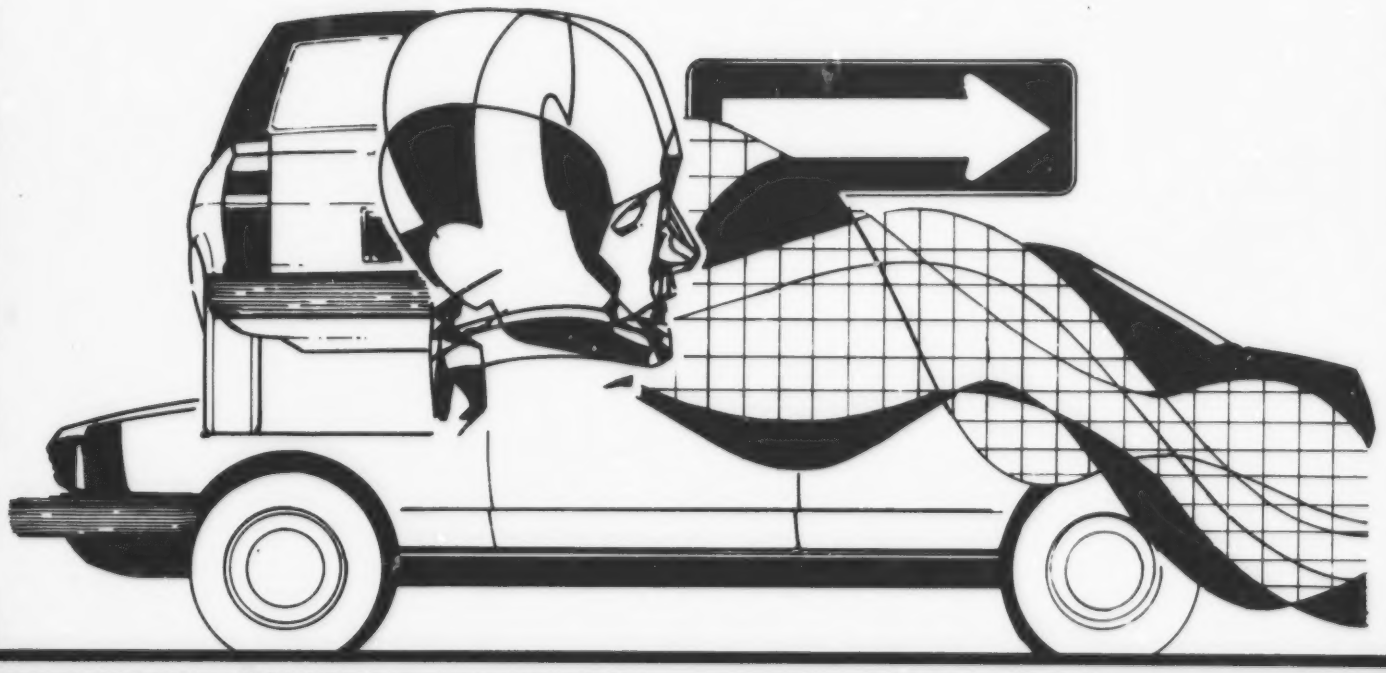
Standard	Title	Requirements
210	Seat Belt Assembly Anchorages	Anchorage strength for driver's seat belt (see also 222).
217	Bus Window Retention, Release and Emergency	Retention of glazing under a force: meant to retain passengers within the vehicle during an accident. Specifies the number of emergency exits; forces required to release and push out these exits; applies to all school buses.
220	Rollover Protection	Minimum strength of a roof structure to protect passengers during a rollover.
221	School Bus Body Joint Strength	Strength of panel joints to minimize injuries caused by sharp edges due to joint failures.
222	School Bus Passenger Seating and Crash Protection	Seat and restraining barrier dimensions, strength and energy absorbing capabilities; seat anchorage strength; padding in head and knee contactable areas.
301	Fuel System Integrity	Sets limits for fuel leakage during and following simulated vehicle impacts to an amount that does not constitute a fire hazard.
302	Flammability	Limits extent of burning of vehicles's interior material by time and distance of flame propagation.
1101	Emission Devices	Engine devices are required to meet certain maximum emission levels; engine tune-up labels.
1102	Crankcase Emissions	Crankcase emissions shall not be emitted from a gasoline-engined vehicle.
1103	Exhaust Emissions	Limits the maximum amount of hydrocarbons, carbon monoxide and oxides of nitrogen emitted to the atmosphere.
1104	Opacity	Limits the maximum opacity from a diesel-engined vehicle during acceleration and lugging.

Standard	Title	Requirements
1105	Evaporative Emissions	Limits the maximum amount of gasoline evaporated from a vehicle's fuel tank, carburetor, etc.: applies only to "small" buses.
1106	Noise	Limits maximum allowable exterior and interior noise.

Note: A "small" bus is a van or van-based type having a gross vehicle weight rating (GVWR) of 4536 kg or less and a "large" bus is one with a GVWR of more than 4536 kg. The GVWR of a vehicle is the maximum loaded weight of a vehicle as specified by the manufacturer.

TP 8013 (F)

DOCUMENT DE BASE SUR LA PROTECTION DES OCCUPANTS DES AUTOBUS SCOLAIRES AU CANADA



Transport Canada
Road Safety

Transports Canada
Sécurité routière

Canada

Transports Canada / Transport Canada

FORMULE DE DONNÉES POUR PUBLICATION

1. N° de la publication de Transports Canada	2. N° de l'étude	3. N° de catalogue du destinataire
TP 8013		

4. Titre et sous-titre	5. Date de la publication
Document de base sur la protection des occupants des autobus scolaires au Canada	
	6. N° du document de l'organisme

7. Auteur(s)	8. N° de dossier de Transports Canada
T.M. Burtch, Gerry Farr, Paul Gutoskie, Brian Hendrick, Brian Jonah, Jim White	

9. Nom et adresse de l'organisme exécutant	10. N° de dossier - ASC
Normes et recherches relatives à la sécurité routière Direction de la sécurité routière et de la réglementation automobile Transports Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0N5	11. N° de contrat - ASC ou Transports Canada

12. Nom et adresse de l'organisme parrain	13. Genre de publication et période visée
Voir ci-haut	14. Code de l'organisme parrain

15. Remarques additionnelles	16. Agent de projet

17. Résumé

Le document vise à résumer les caractéristiques des accidents d'autobus scolaire et des blessures des occupants de ce genre de véhicule, les normes de construction et de fonctionnement qui s'appliquent à ce dernier, ainsi que les résultats d'études liées à la sécurité des autobus scolaires.

Il traite aussi de l'efficacité éventuelle de diverses autre mesures qui ont été proposées pour accroître la sécurité des usagers de ce moyen de transport, telle l'installation de ceintures de sécurité.

18. Mots-clés	19. Diffusion
sécurité des autobus scolaires normes de sécurité des véhicules automobiles	Copies disponibles de Transports Canada

20. Classification de sécurité (de cette publication)	21. Classification de sécurité (de cette page)	22. Déclassification (date)	23. Nombre de pages	24. Prix
non-classé			38	

02-0149 (09-88)

ADDENDUM

L'article 3.2.2. Expérience des États-Unis en matière d'accidents (page 9)

Le 16 octobre 1989, le U.S. National Transportation Safety Board publiait les résultats généraux d'une étude portant sur le comportement des minibus scolaires en case de collision.

Des recommandations visant l'accroissement de la sécurité pour ces autobus ont été présentées à la National Highway Traffic Safety Administration, aux fabricants automobiles et aux parties intéressées à la question du transport des écoliers.

Le Safety Board a conclu qu'en général les occupants des minibus scolaires se sont tirés sans trop de mal des accidents qui ont fait l'objet d'une enquête. Les blessures, s'il y en avait eu, étaient mineures et se retrouvaient surtout au visage, à la tête ou aux membres inférieurs.

Les passagers non retenus ou portant la ceinture sous-abdominale présentaient les mêmes types de blessures mineures. Plus que le port de la ceinture, c'est l'endroit où le passager était assis qui semble avoir influé sur la gravité des blessures.

Formule des données pour publication, Section 7, Auteur(s)

Le nom Nancy Dawson devrait être ajouté sur la liste des auteurs de ce rapport.

TABLE DES MATIÈRES

SUJET		PAGE
1.0	INTRODUCTION	1
2.0	NORMES DE SÉCURITÉ DES AUTOBUS SCOLAIRES EN VIGUEUR	1
2.1	Normes de sécurité canadiennes	1
2.2	Normes de sécurité des États-Unis	2
2.3	Normes et lignes de conduite des gouvernements provinciaux et territoriaux	3
3.0	FACTEURS À CONSIDÉRER AU MOMENT DE L'EXAMEN DE NORMES	4
3.1	Données canadiennes sur les accidents et caractéristiques de l'utilisation des autobus scolaires	4
3.2	Résultats des enquêtes approfondies sur les accidents	7
3.2.1	Données d'accidents canadiennes	7
3.2.2	Expérience des États-Unis en matière d'accidents	8
3.3	Équipement des autobus scolaires en ceintures de sécurité	9
3.3.1	Généralités	9
3.3.2	Essais de choc à l'échelle réelle	10
3.3.3	Étude des sièges d'autobus scolaires	11
3.4	Projet de démonstration de sièges tournés vers l'arrière	13
3.4.1	Évaluation de la performance de sièges équipés de ceintures de sécurité	13
3.4.2	Opinions des élèves, des parents et des conducteurs	17
3.4.3	Autres questions générales	20

TABLE DES MATIÈRES

SUJET		PAGE
4.0	EFFICACITÉ ET COÛT DE FUTURES MODIFICATIONS POSSIBLES	20
4.1	Équipement des autobus scolaires en ceintures de sécurité	20
4.2	Rétroviseurs des autobus scolaires	20
4.2.1	Rétroviseurs	23
4.2.2	Autres mesures	24
4.2.3	Systèmes détecteurs de proximité	25
4.3	Signalisation	26
4.3.1	Feux d'avertissement des autobus scolaires	26
4.3.2	Bras d'arrêt des autobus scolaires	27
5.0	RÉSUMÉ	29
	RÉFÉRENCES	30
	ANNEXE	

DOCUMENT DE BASE SUR LA PROTECTION DES OCCUPANTS DES AUTOBUS SCOLAIRES AU CANADA

1.0 INTRODUCTION

La sécurité du transport des enfants entre la maison et l'école est le souci de tous les intéressés, parents, élèves, agents des écoles, sociétés de transports et organismes gouvernementaux. Au Canada, la majeure partie de ce transport s'est toujours fait dans des autobus scolaires qu'on avait spécialement conçus à cette fin et qui devaient être conformes à plusieurs normes de sécurité fédérales et provinciales. En plus de ces normes d'équipement, les commissions scolaires et les gouvernements provinciaux et territoriaux ont adopté diverses mesures pour la formation et la sélection des conducteurs, fixé des règles de circulation spéciales pour les autobus scolaires et assuré l'enseignement de la façon de prendre l'autobus scolaire sans danger aux écoliers.

Nonobstant ces mesures, on continue de s'intéresser vivement aux façons d'accroître la sécurité du transport scolaire. Le présent document vise à résumer les caractéristiques des accidents d'autobus scolaire et des blessures des occupants de ce genre de véhicule, les normes de construction et de fonctionnement qui s'appliquent à ce dernier, ainsi que les résultats d'études liées à la sécurité des autobus scolaires. Il traite aussi de l'efficacité éventuelle de diverses autres mesures qui ont été proposées pour accroître la sécurité des usagers de ce moyen de transport, telle l'installation de ceintures de sécurité.

Transports Canada utilise ces renseignements pour déterminer s'il faudrait adopter d'autres normes de sécurité pour les autobus scolaires et espère qu'ils seront utiles aux autres personnes intéressées par la sécurité des autobus.

2.0 NORMES DE SÉCURITÉ DES AUTOBUS SCOLAIRES EN VIGUEUR

2.1 Normes de sécurité canadiennes

La Loi sur la sécurité des véhicules automobiles prescrit que les véhicules neufs ou importés soient conformes à toutes les normes de sécurité applicables. Il y a actuellement 35 normes fédérales qui s'appliquent aux autobus scolaires (annexe A). Parmi

elles, plusieurs normes de sécurité rigoureuses ont été adoptées en 1980 pour accroître la résistance des joints de carrosserie (NSVAC 221) et améliorer la fixation des fenêtres et les issues de secours (NSVAC 217), la protection des occupants (NSVAC 222) et l'étanchéité du système d'alimentation en carburant (NSVAC 301).

Les normes plus rigoureuses relatives aux sièges des autobus scolaires reposent sur d'amples essais menés aux États-Unis et au Canada. On améliore la protection des occupants en les contenant entre des sièges rapprochés à haut dossier fortement rembourré. Une haute barrière rembourrée a remplacé l'ancien poteau en acier et le panneau qui précédaient le premier rang de sièges. Des critères de performance ont été adoptés pour que les sièges absorbent une quantité d'énergie déterminée si un occupant les heurte par suite d'une collision. La méthode de fixation des sièges au plancher et du coussin de siège à la charpente du siège a été améliorée. L'ensemble de ces caractéristiques est une application de ce qu'on appelle le concept de compartimentage.

Les normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada n'exigent pas l'installation de ceintures de sécurité pour les passagers (voir la section 3.3.1 pour de plus amples renseignements).

2.2 Normes de sécurité des États-Unis

Les normes étasuniennes de protection des occupants sont généralement les mêmes que celles du Canada, à l'exception des prescriptions suivantes, qui s'appliquent aux petits autobus scolaires, ceux d'au plus 4 536 kg (10 000 lb).

1. Entrée en vigueur le 1er avril 1977, la disposition réglementaire FMVSS 222 des États-Unis prescrit l'installation d'une ceinture sous-abdominale à chaque place assise de passager.

2. Au Canada, il faut installer une barrière rembourrée devant chaque siège qui n'en est pas précédé d'un autre à 610 mm ou moins de son point de référence de position assise (1). Cette barrière n'est pas requise aux États-Unis.

---

1. Le "point de référence de position assise" est le point de référence utilisé dans les dessins d'étude du constructeur pour déterminer la position de route la plus reculée du siège et simuler la position de l'articulation de la hanche.

3. Le règlement canadien définit une zone de protection de la tête, exige qu'elle soit dégagée ou rembourrée et limite l'espacement des sièges des passagers. Cette prescription n'est pas obligatoire aux États-Unis.

2.3 Normes et lignes de conduite des gouvernements provinciaux et territoriaux

Les gouvernements provinciaux et territoriaux sont chargés des règlements, des normes ou des lignes de conduite concernant l'utilisation des véhicules automobiles, y compris les autobus scolaires. Ces dispositions englobent la délivrance des permis de conduire, l'immatriculation des véhicules, leur entretien, leur inspection et les règlements de la circulation relatifs aux autobus scolaires. Voici un résumé des derniers renseignements que nous ayons obtenus à cet égard des membres du Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM) qui représentent les gouvernements provinciaux et territoriaux.

Partout au pays, les conducteurs d'autobus scolaire doivent subir avec succès un examen médical, un test de connaissances et une épreuve de conduite particuliers avant d'obtenir leur permis. De plus, la plupart des administrations exigent un réexamen périodique. La majorité des provinces exigent aussi que les autobus scolaires stoppent à tous les passages à niveau. Partout au pays, la sécurité et l'état mécanique des autobus scolaires doivent être contrôlés au moins une fois l'an dans le cadre de l'immatriculation de ces véhicules. Ce contrôle est assez uniforme dans tout le pays. La circulation doit s'arrêter dans les deux sens pour laisser monter et descendre les élèves lorsque les feux rouges clignotent, mais cette règle ne s'applique pas aux voies à chaussées séparées dans certaines provinces. Des administrations provinciales et territoriales exigent aussi que les autobus scolaires soient équipés d'autres dispositifs tels qu'un bras d'arrêt automatique ou un rétroviseur supplémentaire.

La plupart des provinces défendent de voyager debout dans un autobus scolaire, et les autres découragent cette façon de voyager. Les provinces et les territoires n'exigent pas l'équipement des autobus scolaires en ceintures de sécurité, mais il est laissé à la discrétion des diverses commissions scolaires.

Dans la plupart des provinces et territoires, il faudrait porter sa ceinture de sécurité si l'autobus en était équipé.

3.0 FACTEURS À CONSIDÉRER AU MOMENT DE L'EXAMEN DE NORMES

Lorsqu'on examine des normes de sécurité de véhicules automobiles, il faut tenir compte de plusieurs facteurs, dont les solutions de rechange, l'effet que la modification proposée aurait probablement sur la sécurité, la possibilité technique de se conformer à la nouvelle norme proposée et les répercussions financières.

Depuis le dernier examen officiel des normes de sécurité des autobus scolaires, nous avons obtenu d'autres renseignements sur les caractéristiques des accidents d'autobus scolaire et les types de blessures. L'efficacité des normes actuelles dans des collisions réelles a fait l'objet d'une enquête, et d'autres sièges équipés de ceintures de sécurité ont été mis à l'essai. L'essai pratique de sièges tournés vers l'arrière et équipés de ceintures de sécurité, y compris l'utilisation de ces dernières, a été mené à terme, et les opinions des parents, des élèves et des agents des commissions scolaires sur ces nouveaux sièges ont été recueillies.

3.1 Données canadiennes sur les accidents et caractéristiques de l'utilisation des autobus scolaires

Il n'y a pas de collecte régulière de données détaillées sur les accidents d'autobus scolaire au Canada. Toutefois, en 1978 et en 1987, Transports Canada a réalisé deux études spéciales (références 1 et 2) dans le cadre desquelles il a examiné les données canadiennes existantes sur les accidents d'autobus scolaire, ainsi que les caractéristiques du transport scolaire de l'année civile 1975 et des années scolaires 1982-1983 et 1984-1985 respectivement. De plus, nous avons obtenu récemment les chiffres de 1985-1986.

Le tableau 1 trace l'évolution du transport scolaire, des accidents corporels mettant en cause un autobus scolaire et du nombre des écoliers victimes de ces derniers au cours des années précitées. Le nombre d'élèves transportés quotidiennement à destination ou

en provenance de l'école (environ 1,9 million) et celui des autobus utilisés pour leur transport (environ 37 000) n'ont pour ainsi dire pas changé depuis 1975. Les chiffres de ce tableau indiquent aussi qu'en moyenne, moins de deux écoliers par an ont été tués à bord d'un autobus scolaire au cours des années étudiées. Ces statistiques démontrent aussi que le nombre des occupants blessés était beaucoup plus bas au cours des dernières années étudiées qu'en 1975 (une moyenne d'environ 370 pour les années 1982-1983 à 1985-1986, contre 600 en 1975), malgré une hausse du nombre des accidents corporels mettant en cause un autobus scolaire. Cette réduction des blessés parmi les occupants des autobus scolaires a peut-être résulté en partie de la mise en application des normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada (NSVAC) 220 (protection contre les tonneaux) et 222 (dossiers de siège plus hauts et plus rembourrés) en 1980. Ces normes visaient spécialement à protéger au maximum les occupants des autobus scolaires en cas d'accident de la route.

Pendant les années scolaires 1982-1983 à 1985-1986, la plupart des blessures d'occupants d'autobus scolaires ont été minimes ou légères (celles qui n'ont pas nécessité d'hospitalisation). En raison du caractère limité des données sur les accidents survenus en 1975, nous n'avons pu déterminer la gravité des blessures qu'ont alors subies les occupants d'autobus scolaires. Étant donné qu'en moyenne, 15 occupants d'autobus ont été grièvement blessés pendant chacune des dernières années scolaires étudiées, il est probable qu'un nombre semblable d'occupants d'autobus scolaires l'a aussi été en 1975. Ces statistiques laissent croire que la réduction récente des blessures parmi les occupants des autobus scolaires s'est opérée en majeure partie dans la catégorie des blessures minimes ou légères.

Les élèves avaient plus de chances d'être blessés grièvement ou mortellement par un autobus scolaire ou un autre véhicule en traversant la rue pour monter à bord de l'autobus scolaire ou après en être descendus.

La comparaison des taux de blessure par occupant-kilomètre enregistrés chez les occupants d'autobus scolaires et tous les occupants de véhicules automobiles démontre encore la sécurité relative des autobus scolaires. De 1982-1983 à 1985-1986, les

Tableau 1

Évolution de l'utilisation et des accidents d'autobus scolaires

Année	Écoliers transportés tous les jours	Autobus scolaires utilisés	Accidents corporels	Écoliers blessés ou tués à bord de l'autobus			Élèves blessés ou tués à l'extérieur de l'autobus		
				Tués	Blessés	Blessés graves	Tués	Blessés	Blessés graves
1975	2 000 000	36 000	490	2	600	I	8	120	I
1982-1983	1 909 000	35 341	543	5	368	20	7	108	23
1983-1984	1 900 000	35 615	602	0	362	19	4	84	15
1984-1985	1 908 000	37 013	634	1	323	8	6	85	23
1985-1986	1 930 000	37 050	651	0	432	13	6	86	16

Nota : Les blessés graves sont un sous-groupe des blessés et se composent des occupants qui ont été hospitalisés.

occupants de véhicules automobiles avaient environ 16 fois plus de chances par occupant-kilomètre parcouru que ceux d'autobus scolaires d'être blessés dans un accident de la route. Cette estimation repose sur l'hypothèse que les autobus scolaires transportaient en moyenne 20 occupants et que les véhicules automobiles dans leur ensemble transportaient en moyenne 2 occupants chacun.

3.2 Résultats des enquêtes approfondies sur les accidents

3.2.1 Données d'accident canadiennes

Depuis 1971, Transports Canada appuie un programme d'enquêtes multidisciplinaires approfondies sur les accidents de la route, menées par 10 centres canadiens. Il n'a cessé de se soucier de la sécurité des autobus scolaires, et notamment de leur résistance aux chocs.

Transports Canada a récemment rédigé un résumé des accidents d'autobus scolaire du Canada sur lesquels il avait enquêté (référence 3). Ce résumé comprend les rapports de 58 accidents survenus au cours des 11 dernières années (1977-1988), y compris les neuf collisions qui ont fait des tués parmi les occupants des autobus. Nombre de rapports sont des études de collisions spectaculaires qui ont occasionné peu de blessures, sinon aucune; d'autres rendent compte de menus incidents qui ont entraîné de graves blessures. Transports Canada s'intéresse en particulier à la sécurité des autobus scolaires construits après qu'il eut adopté de nouvelles normes de protection des occupants en 1980.

Comme le résumé ne comprend que neuf rapports de collisions mettant en cause des modèles d'autobus postérieurs à 1980, il est difficile de tirer de solides conclusions sur l'amélioration de ce genre de véhicule. Nous pouvons toutefois faire certaines remarques sur les points particuliers que visent les NSVAC actuelles.

La conception des fenêtres latérales a réussi à prévenir les éjections, puisqu'on n'en a signalé dans aucun des neuf cas précités, dont quatre graves tonneaux. De plus, on n'a remarqué aucune rupture des joints de panneaux de carrosserie dans ces neufs collisions, dont cinq étaient très graves.

La conception des sièges des passagers et leur espacement ont aussi fait l'objet d'une évaluation. Sur les 248 occupants des neuf autobus, il y a eu dix grands blessés, dont neuf l'ont été par suite de la pénétration d'un objet ou d'un véhicule dans l'autobus. Le dixième l'a été parce qu'il était endormi sur son siège, couché sur le ventre. Le port de la ceinture de sécurité par l'un de ces dix élèves n'aurait probablement pas réduit la gravité de ses blessures.

Il y a eu deux collisions qui ont durement mis à l'épreuve les réservoirs de carburant. Dans ces deux cas, les réservoirs ont été bien protégés par la cage installée pour se conformer à la norme.

Enfin, les rétroviseurs destinés à atténuer le problème des angles morts à l'avant des autobus ne se sont pas révélés une solution parfaite. Il y a des cas où des autobus équipés de ces nouveaux rétroviseurs ont écrasé des piétons.

Le résumé précité indique dans l'ensemble que le transport d'enfants en autobus scolaire est sans danger. Toutefois, les enfants qui descendent d'un autobus courent peut-être plus de risques qu'à son bord. D'après une étude menée dans la région d'Ottawa, par exemple, six enfants sont morts après avoir été écrasés par leur propre autobus scolaire.

3.2.2 Expérience des États-Unis en matière d'accidents

On peut mettre beaucoup à profit non seulement les recherches canadiennes, mais aussi l'expérience d'autres pays, particulièrement les États-Unis. Une récente étude du National Transportation Safety Board de ce pays est des plus remarquables. En 1987, il a publié une étude sur la résistance aux chocs de 43 gros autobus scolaires construits après l'adoption des normes plus rigoureuses résumées à la section 2.2 (référence 4).

Cette étude aboutit à la conclusion générale que le gros autobus scolaire moderne est un moyen de transport on ne peut plus sûr. Le Board n'a découvert aucun défaut important et y indique que le port de la ceinture de sécurité n'aurait pas réduit le nombre des blessures graves ou mortelles.

Une seconde étude sur la performance des petits autobus (ceux qui sont équipés de ceintures de sécurité) doit être publiée en 1989.

3.3 Équipement des autobus scolaires en ceintures de sécurité

3.3.1 Généralités

Dans la partie I de la Gazette du Canada du 4 février 1978, nous proposions que la NSVAC 222, "Sièges pour passager d'autobus scolaire et protection en cas de collision", entrât en vigueur le 1er septembre 1978. Elle aurait obligé les fabricants à installer une ceinture de sécurité à chaque place assise désignée des petits autobus scolaires (ceux d'un poids nominal brut d'au plus 4 536 kg) et à prévoir des ancrages pour des ceintures de sécurité dans les autobus scolaires d'un poids nominal supérieur à 4 536 kg.

En raison des nombreuses réactions défavorables des fabricants, des commissions scolaires et des exploitants, nous avons abandonné les prescriptions relatives aux ceintures de sécurité et à leurs ancrages, étant entendu que nous ferions un examen approfondi de l'effet que les ceintures de sécurité auraient sur la sécurité des occupants des autobus scolaires, et que nous poursuivrions l'étude des questions soulevées par ceux qui avaient réagi au projet publié dans la partie I. Ces derniers invoquaient les arguments suivants :

a) le faible rapport avantages-coûts en raison du petit nombre d'accidents mettant en cause un autobus scolaire;

b) l'effet défavorable des ceintures de sécurité sur la charpente osseuse non développée des jeunes enfants;

c) des problèmes opérationnels, tels ceux du remplacement des ceintures endommagées et de l'entretien des ceintures;

d) la difficulté de surveiller les élèves pour s'assurer qu'ils portent leur ceinture et qu'ils l'ajustent bien;

e) la possibilité qu'un élève utilise la ceinture comme arme pour en frapper un autre;

f) la responsabilité de l'exploitant ou du conducteur en cas d'accident mettant en cause son autobus si les ceintures ne sont pas portées ou sont mal ajustées.

3.3.2 Essais de choc à l'échelle réelle

À la fin de 1984, Transports Canada a fait subir des essais de choc à l'échelle réelle à trois autobus scolaires de grosseurs différentes pour déterminer si les ceintures de sécurité pourraient accroître la protection des occupants (référence 5). Les véhicules mis à l'essai étaient un gros autobus classique Blue Bird (66 places), un Minotour de 22 places de Thomas et un Campwagon modifié de 20 places.

Chaque autobus contenait six mannequins d'essai munis d'appareils permettant d'enregistrer les forces exercées sur la tête, la poitrine et les fémurs. Ces mannequins devaient représenter de grands élèves. Trois d'entre eux étaient retenus à leur siège par une ceinture sous-abdominale ajustée à la main, et les trois autres ne l'étaient pas. Les autobus ont été lancés contre une barrière en béton à une vitesse d'environ 48 km/h (30 mi/h) pour simuler une violente collision frontale.

Pour l'analyse des résultats, nous avons utilisé l'indice de blessure à la tête (HIC) et l'accélération de la poitrine. Le HIC est une mesure des accélérations de la tête et de leur durée. Un indice de 1 000 est le seuil au delà duquel on peut supposer que le choc entraînerait de graves blessures ou la mort. Une accélération de 60 g (1) pendant plus de 3 millisecondes est le seuil au delà duquel on peut supposer de graves blessures à la poitrine.

En général, les résultats ont montré que les mannequins ceinturés avaient subi une accélération de la tête plus grande et une accélération de la poitrine moindre que les autres mannequins. De plus, d'après le film, les premiers ont subi une plus grande extension du cou vers l'arrière que les seconds, en raison surtout de l'angle sous lequel ils ont heurté le siège placé devant eux. Les mannequins ceinturés dans les autobus Thomas et

---

1. "g" est l'accélération de la pesanteur.

Campwagon ont subi un HIC supérieur à 1 000, alors qu'il était inférieur à ce nombre dans le cas des mannequins non ceinturés. Dans le gros autobus Blue Bird, les mannequins ont tous subi un HIC inférieur à 1 000, mais celui des mannequins ceinturés était environ trois fois supérieur à celui des autres.

Ces différences s'expliquent par le fait que les mannequins ceinturés ont pivoté dans leur ceinture sous-abdominale pour heurter violemment de la tête le dossier placé devant eux. Leur tête a comprimé le rembourrage du dossier à tel point qu'elle a heurté l'armature métallique sous-jacente.

Ces essais ont aussi laissé entrevoir qu'il fallait étudier les sièges dans leur ensemble si on devait les équiper de ceintures de sécurité. Cette considération a conduit à la réalisation du programme d'étude des sièges d'autobus scolaires.

3.3.3 Étude des sièges d'autobus scolaires

Pour étudier les possibilités d'amélioration de la protection des occupants des autobus scolaires, nous avons réalisé un programme de conception, de fabrication et d'essai de cinq sièges différents, équipés chacun d'un système de retenue (ceinture sous-abdominale, ceinture trois points ou harnais. Des modifications ont été apportées au siège standard de 0,99 m (39 po) de large fabriqué par Blue Bird et équipé de ceintures de sécurité manuelles pour satisfaire aux exigences particulières de chacun des modèles. En plus de ces cinq nouveaux modèles, le siège standard a aussi été mis à l'essai pour fournir des points de comparaison.

Les cinq nouveaux modèles étaient les suivants :

1) Combinaison d'un siège à dossier à rembourrage profilé et d'une ceinture sous-abdominale. Ce modèle était davantage rembourré au sommet et à l'arrière du dossier.

2) Combinaison d'un siège à dossier moins rigide et d'une ceinture sous-abdominale. Le haut de la charpente du dossier était modifié de manière à permettre une plus grande flexion du dossier lorsque ce dernier serait heurté de l'arrière.

3) Siège tourné vers l'arrière et équipé d'une ceinture sous-abdominale. Ce siège était tourné de manière à faire face à l'arrière, et le dossier était plus haut.

4) Siège avec ceinture trois points. Ce siège comportait une ceinture trois points d'automobile, ce qui a nécessité un renforcement considérable de la charpente du siège.

5) Siège avec ceinture à attaches multiples. Ce siège comportait une ceinture du type harnais, composée d'une ceinture sous-abdominale et de deux bretelles. La charpente de ce siège était aussi considérablement renforcée.

À l'exception du siège non modifié et de la ceinture à attaches multiples, les ceintures de sécurité étaient munies d'un rétracteur autoblocant plutôt que d'un rétracteur à blocage d'urgence.

Les sièges ont été mis à l'essai au moyen de l'installation d'essai de collision Hyge de l'Institut militaire et civil de médecine environnementale (IMCME), à Toronto. Ils ont subi tant un essai de collision frontale qu'un de collision oblique (selon un angle de 30 degrés par rapport à l'axe longitudinal du véhicule) avec une décélération de 30 g à partir d'une vitesse de 48 km/h. Les mannequins d'essai munis d'appareils de mesure ont permis d'enregistrer l'accélération de la tête et de la poitrine et les charges exercées sur le fémur, os de la cuisse, et la ceinture de sécurité. On a aussi filmé chacun des essais en accéléré pour aider à l'analyse des résultats.

Les résultats des essais peuvent se résumer comme suit :

1) Dossier à rembourrage profilé. Les résultats ont été essentiellement les mêmes que ceux des essais du siège non modifié.

2) Dossier moins rigide. L'accélération maximale de la tête a été sensiblement inférieure, et celle de la poitrine, légèrement inférieure, en comparaison des résultats des essais du siège non modifié. L'indice de blessure à la tête (HIC) a été essentiellement le même que dans le cas du siège non modifié.

3) Siège tourné vers l'arrière. Ce siège a permis une réduction importante de tous les indices de blessure enregistrés, en comparaison du siège non modifié.

4) Ceinture trois points et ceinture à attaches multiples. Ces deux ceintures ont réduit sensiblement l'accélération de la tête et l'indice de blessure à la tête, mais non l'accélération de la poitrine.

Ce programme d'essai a abouti aux conclusions suivantes (référence 6) :

i) Le siège faisant face à l'arrière s'est révélé efficace pour réduire tous les indices de blessure à des valeurs acceptables.

ii) La ceinture baudrier faisant partie de la ceinture trois points a réduit l'indice de blessure à la tête à un niveau acceptable, mais non l'accélération maximale de la poitrine. Avec ce type de système, il faudrait absolument que tous les occupants portent leur ceinture, car la plus grande rigidité de la charpente du siège qu'exige la ceinture trois points causerait de plus graves blessures aux occupants non ceinturés en cas de collision.

iii) Les sièges modifiés faisant face à l'avant et comportant des ceintures sous-abdominales n'ont pas donné de bons résultats en ce qui a trait à la réduction de l'indice de blessure à la tête.

iv) La ceinture à attaches multiples s'est révélée encombrante et a permis au mannequin d'essai de glisser sous elle.

v) Il convient de reconsidérer l'emplacement des rétracteurs sur la charpente inférieure du siège afin d'éliminer les risques de bris par le genou du passager arrière.

3.4 Projet témoin de sièges tournés vers l'arrière

3.4.1 Évaluation de la performance de sièges équipés de ceintures de sécurité

Afin d'approfondir le concept de sièges tournés vers l'arrière, nous avons entrepris un projet témoin.

Nous avons acheté trois autobus scolaires et les avons modifiés en y installant des sièges tournés vers l'arrière et munis de ceintures sous-abdominales. De plus, de grands miroirs ont été fixés à la paroi arrière des autobus pour permettre au conducteur de voir les élèves.

Nous avons prêté ces autobus à quatre commissions scolaires du Canada pour qu'elles les utilisent pendant l'année scolaire 1987-1988. Elles les ont exploités sur des parcours ordinaires pour déterminer dans quelle mesure cette disposition des sièges était bien accueillie par les élèves, les conducteurs, les enseignants, les parents et les agents des écoles.

Nous avons prêté un autobus de 22 places à la commission scolaire de Toronto pour que l'exploite son entrepreneur de transports, l'Allway Transportation Systems. Cet autobus a roulé dans une grande région urbaine tout au cours de l'année.

Nous avons prêté un autobus de 48 places à l'administration de l'arrondissement scolaire 36, à Surrey (C.-B.). Cet autobus a été exploité dans un milieu à la fois urbain et rural.

Nous avons prêté un autobus de 66 places à la Kings County District School Board, établie à Kentville (Nouvelle-Écosse), pour la période allant de septembre 1987 à janvier 1988. Il a roulé dans un milieu essentiellement rural, dans la région de la vallée d'Annapolis. De février à juin 1988, la Northside Victoria District School Board l'a utilisé dans l'île du Cap-Breton. Il y roulait dans un milieu rural, sur des terrains très accidentés.

Tout au cours de l'année scolaire, Transports Canada a surveillé l'exploitation de ces autobus et la performance de leur équipement en procédant à des visites personnelles et en parlant aux agents des écoles et aux conducteurs d'autobus. Il a relevé les points suivants pendant la période d'exploitation de ces autobus.

1. Il y avait trois ceintures de sécurité par siège de 0,99 m, même si très peu de commissions transportaient de fait trois élèves par siège. Il était difficile de boucler les ceintures lorsqu'il y avait trois élèves par siège.

2. Certains se sont plaints que les ceintures se resserraient sur les routes raboteuses. Les rétracteurs du type à blocage d'urgence devraient atténuer ce problème.

3. Les ceintures passaient par des guides en plastique qui dépassaient d'environ 3 pouces la surface du siège de manière à être d'accès facile. Toutefois, la plupart de ces guides étaient brisés parce que des élèves s'étaient assis dessus.

4. Tout rétracteur doit être conçu de manière que de petits objets ne puissent le bloquer en tombant dedans. Cet incident n'a pas été un gros problème, mais il s'est effectivement produit quelques fois.

5. Quelques ceintures de sécurité ont vrillé en s'enroulant sur le rétracteur. Cela n'a pas nui au fonctionnement de la ceinture, et on a facilement remédié à cette situation. D'ailleurs, la reprise de conception du rétracteur devrait résoudre ce problème.

6. Les ceintures de sécurité étaient trop longues : il faudrait les raccourcir. Cette mesure devrait aussi réduire la fréquence des cas où les ceintures vrillent dans le logement du rétracteur.

7. Les ceintures avaient tendance à tomber derrière le siège lorsqu'on ne les portait pas.

8. À cause de la hauteur des dossiers des sièges, les conducteurs avaient du mal à voir les véhicules approcher par la droite.

9. On s'est aussi plaint que le couloir était trop étroit. Cette plainte résulte probablement du fait que les dossiers des sièges étaient plus hauts, car le couloir avait la même largeur que celui des autobus ordinaires.

10. Le miroir fixé à la paroi arrière pour que le conducteur voit les élèves de face s'est avéré peu utile à cause des vibrations excessives. Dans un cas, toutefois, le conducteur a fait observer que les élèves ignoraient qu'il ne pouvait les voir et que le miroir avait un effet psychologique favorable qui améliorait la discipline.

11. Certains se sont plaints que les sièges étaient trop rapprochés. Ces plaintes sont probablement attribuables aussi à la hauteur des dossiers, car l'espacement des sièges était presque le même que dans un nouvel autobus "normal".

12. Il n'y a pas eu d'incidents où les ceintures de sécurité ont servi d'armes.

13. Il y a un cas où on a noué volontairement des ceintures. C'est le seul cas de vandalisme intentionnel.

14. Des élèves se sont plaints qu'ils se sentaient mal parce qu'ils faisaient face à l'arrière de l'autobus. Dans la plupart des cas, ils ont vaincu leurs malaises en quelques jours. Les élèves ont semblé s'adapter très bien aux sièges tournés vers l'arrière.

15. Le port de la ceinture de sécurité variait selon l'âge des élèves et l'importance que le conducteur y attribuait. Presque tous les jeunes élèves portaient leur ceinture. Le taux de port diminuait ensuite sensiblement chez les élèves du secondaire.

16. Certains conducteurs ont fait remarquer qu'à cause des sièges à haut dossier, ils ne pouvaient voir les élèves et que la discipline se détériorait quelque peu. D'autres étaient d'avis qu'elle s'améliorait vraiment à bord de l'autobus. Les ceintures de sécurité et la hauteur des dossiers ont amené les élèves à moins se promener et à moins s'accouder aux dossiers. Des élèves se sont plaints qu'ils ne pouvaient pas parler aussi facilement à leurs voisins.

17. Les parents qui ont eu l'occasion d'examiner l'autobus l'ont aimé et ont jugé que c'était une amélioration.

18. L'un des exploitants a demandé qu'on remplace le verre trempé des fenêtres arrière par du verre feuilleté, produit utilisé pour le pare-brise. Ce serait une mesure judicieuse à prendre dans le cas d'occupants tournés vers l'arrière.

3.4.2 Opinions des élèves, des parents et des conducteurs

L'évaluation des autobus de démonstration équipés de sièges tournés vers l'arrière et équipés de ceintures de sécurité comprenait la cueillette de renseignements auprès des nombreux participants à l'expérience (référence 7). Des questionnaires ont été distribués à tous les élèves qui avaient eu l'occasion de voyager dans ces autobus sur leurs parcours habituels, ainsi qu'aux parents des jeunes élèves. Les conducteurs ont été interrogés par téléphone ou en personne sur leur expérience de ces véhicules. Des discussions libres ont eu lieu avec de petits groupes d'élèves qui voyageaient à leur bord. Les agents des écoles ont consigné les observations qu'ils recevaient sur ces autobus. Enfin, les chercheurs ont pris ces derniers à chaque endroit pour observer l'expérience et parler avec les élèves et les conducteurs.

Résultats des questionnaires

Plus de 900 élèves ont reçu un questionnaire. Les élèves de la 6e à la 12e année ont rempli une version de ce questionnaire conçue pour eux, alors que les élèves de la prématernelle à la 5e et ceux du programme de l'enfance en difficulté ont emporté le questionnaire chez eux pour le faire remplir par leurs parents. À ce jour, 467 questionnaires ont été retournés, soit environ 50 % du nombre distribué.

Quarante-sept pour cent des élèves qui ont répondu au questionnaire ont déclaré que les autobus de démonstration leur causaient des problèmes. Les principaux problèmes étaient le fait de se sentir mal (20 % des élèves déclarants), l'inconfort des ceintures de sécurité (9 %) et l'espacement insuffisant des sièges (9 %). La déclaration de problèmes ne dépendait pas de l'âge, du sexe ou du niveau scolaire de l'élève, mais le lieu a joué, car 70 % des élèves de Surrey ont signalé des problèmes, contre 43 % dans le comté de Kings et 49 % dans l'Île du Cap-Breton, tous deux en Nouvelle-Écosse. Lorsqu'on leur demandait expressément s'ils s'étaient sentis malades, 43 % ont répondu par l'affirmative.

La sécurité apparente de l'autobus de démonstration a été jugée en moyenne supérieure à celle des autobus scolaires normaux. Les élèves plus âgés (17 à 20 ans) étaient moins convaincus que les jeunes de 11 à 16 ans

des avantages que l'autobus de démonstration offrait sur le plan de la sécurité.

D'après les réponses, les élèves de 11 à 14 ans ont porté en moyenne leur ceinture de sécurité à bord de l'autobus plus souvent que leurs aînés, le taux de port le plus faible étant enregistré chez ceux de 17 ans et plus. Ce taux était semblable dans le comté de Kings et l'île du Cap-Breton (les élèves portaient en moyenne leur ceinture 6 fois sur 10), mais approchait de zéro à Surrey. Environ un tiers des élèves ont dit qu'ils étaient favorables à l'autobus de démonstration, et cette faveur était plus marquée dans le comté de Kings et l'île du Cap-Breton.

Les critiques de l'autobus les plus courantes portaient sur les sièges -- trop élevés, trop rapprochés, etc. Elles ont été formulées par 15 % des élèves. Neuf pour cent des élèves n'ont pas aimé les ceintures de sécurité, et 10 %, le fait de faire face à l'arrière de l'autobus. Toutefois, 12 % des élèves ont indiqué qu'ils aimaient l'autobus et qu'ils s'y sentaient davantage en sécurité.

La version du questionnaire destinée aux parents visait à recueillir des renseignements sur les enfants de la prématernelle (4 ans) à la 5e année (d'environ 10 ou 11 ans). Quinze pour cent des parents qui ont répondu ont déclaré que l'autobus de démonstration avait causé des problèmes quelconques à leurs enfants. Le principal (8 % des répondants), c'était que des enfants s'étaient sentis mal à bord de l'autobus. À la question portant directement sur les malaises physiques, 21 % ont déclaré que leur enfant s'était senti mal dans l'autobus. Soixante-quinze pour cent des parents étaient favorables à l'autobus de démonstration. Les parents de Toronto ont jugé les autobus ordinaires (qui y sont équipés de ceintures de sécurité) plus sûrs que ne l'ont fait les autres parents, et ils étaient moins favorables à l'autobus de démonstration. Certains parents (10 %) ont exprimé leur inquiétude au sujet de la sécurité des sièges tournés vers l'arrière, parce que le conducteur était incapable de surveiller les enfants, ainsi que leur incompréhension du motif de cette disposition des sièges. D'autres parents exprimaient leur inquiétude au sujet de la sécurité des ceintures et de l'aptitude des enfants à les déboucler en cas d'urgence, ainsi que le besoin de surveillants qui veillent à bord au bon usage des ceintures de sécurité.

En tout, 16 conducteurs ont eu l'occasion de conduire l'un des autobus de démonstration. Ils ont été interrogés sur la conduite des élèves, le port de la ceinture de sécurité, les ennuis créés par cette dernière et l'attitude du conducteur à l'égard de l'autobus de démonstration. Des renseignements ont aussi été recueillis sur leur expérience de conducteur et sur les déplacements effectués.

La conduite des élèves à bord des autobus semble avoir varié selon le conducteur et sa tolérance du bruit, des mouvements, etc., comme si les élèves connaissaient très bien les limites de leur conducteur et se comportaient à peu près comme d'habitude, indépendamment du genre d'autobus. Le mal des transports chez les élèves n'a pas été considéré comme un gros problème. En fait, la plupart des conducteurs n'ont reçu aucune plainte de leurs passagers. Comme nous l'indiquions à la section 3.4.1, les ceintures de sécurité ont causé quelques problèmes. Des ceintures ont vrillé et se sont coincées dans les rétracteurs. Les ceintures semblaient se resserrer très facilement et se serrer trop pour les petits.

Les conducteurs ont situé le port de la ceinture de sécurité entre 90 et 100 % pour les élèves du primaire. Chez les élèves du secondaire, il était d'environ 40 à 75 %, sauf à Surrey, où il approchait de zéro.

La plupart des conducteurs étaient soit légèrement favorables soit favorables à l'autobus de démonstration. Ceux qui n'y étaient pas favorables sont ceux qui semblaient avoir grand mal à faire régner la discipline dans leur autobus. Les conducteurs se sont tous déclarés préoccupés par leur incapacité de surveiller les enfants aussi bien que dans un autobus ordinaire, mais elle n'était pas un gros problème pour les conducteurs qui imposaient des règles de comportement strictes aux élèves.

Il y a eu des discussions en groupe avec les élèves avant l'examen des résultats des questionnaires, mais elles ont essentiellement confirmé ces résultats. Les jeunes élèves étaient en général favorables à l'autobus de démonstration, aimaient les ceintures de sécurité, aimaient voyager face à l'arrière et se sentaient davantage en sécurité dans cet autobus. Les élèves plus âgés n'aimaient pas voyager face à l'arrière, trouvaient les sièges trop proches l'un de l'autre et

n'aimaient pas les ceintures de sécurité. À noter qu'avec trois ceintures par siège, les élèves plus âgés, plus grands, n'étaient décidément pas à l'aise sur les sièges. Ils auraient peut-être une réaction plus favorable s'il y avait seulement deux ceintures par siège et si les sièges étaient un peu plus espacés. Enfin, les observations que les chercheurs ont faites à bord des autobus scolaires ont confirmé les estimations des conducteurs quant au port de la ceinture de sécurité. Ce dernier diminuait à mesure que l'âge des élèves augmentait. Les chercheurs ont aussi confirmé les critiques des élèves plus âgés relatives à l'étroitesse des sièges, au manque d'espace pour les jambes et au resserrement des ceintures.

3.4.3 Autres questions générales

Pendant les interviews et les discussions, d'autres questions ont été soulevées au sujet du transport scolaire en général, dont les suivantes : le rôle de la formation et de la sensibilisation des conducteurs dans la prévention des accidents; la présence de surveillants pour tenir les élèves en bride dans l'autobus et ses environs; une répression plus grande du dépassement d'autobus scolaires arrêtés; une révision des parcours d'autobus pour réduire au minimum les cas où les élèves doivent traverser des chaussées. Toutes ces mesures peuvent être utiles, mais on ne sait pas dans quelle mesure elles sont déjà prises ni ne connaît leur degré éventuel d'efficacité sur le plan de la sécurité.

4.0 EFFICACITÉ ET COÛT DE FUTURES MODIFICATIONS POSSIBLES

4.1 Équipement des autobus scolaires en ceintures de sécurité

Nous ignorons dans quelle mesure l'équipement des autobus scolaires en ceintures de sécurité pourrait accroître la sécurité. Jusqu'ici, les résultats des essais et des études approfondies d'accidents qui ont été menés au Canada et aux États-Unis laissent croire que les conditions d'espacement et de rembourrage des sièges propres aux autobus scolaires, ainsi que d'autres facteurs tels que la grosseur relative des autobus, font qu'il y a très peu de morts ou de graves blessures. On estime que les ceintures de sécurité des voitures réduisent les risques de morts et de blessures

graves de 20 et de 25 % respectivement, mais on ne sait pas s'il en irait de même pour les autobus scolaires.

La Blue Bird Body Compagny, de Fort Valley (Géorgie), nous a fourni une évaluation de ce que coûterait l'intégration de chaque modèle de siège étudié à la section 3.3.3 à un autobus scolaire. L'augmentation estimative du coût de fabrication d'un siège incorporant les modifications nécessaires figure au tableau 2.

Ces chiffres ne tenaient pas compte des autres modifications qui s'imposeraient d'après les résultats du programme d'essai (référence 6). Il faudrait protéger le rétracteur, situé au niveau du genou, contre les dommages et renforcer quelque peu le siège faisant face à l'arrière pour en réduire la flexion vers l'arrière en cas de collision. Les coûts varieraient donc selon le modèle choisi.

Comme ces modèles et coûts reposent sur le siège d'un fabricant déterminé, les autres fabricants devraient adapter les modèles à leurs méthodes de fabrication.

4.2 Rétroviseurs des autobus scolaires

Il y a plus d'élèves de tués à l'extérieur qu'à l'intérieur d'un autobus. Au cours des trois années scolaires 1982-1983 à 1984-1985, par exemple, 14 des 20 élèves tués dans des accidents d'autobus scolaire au Canada ont été écrasés par ce genre de véhicule (référence 2). Un problème commun à ces accidents, c'est que le conducteur ne savait tout bonnement pas qu'un élève se trouvait à proximité de son autobus.

Depuis nombre d'années, la réglementation fédérale et provinciale exige que les autobus scolaires soient dotés d'un certain équipement pour assurer la sécurité des passagers qui approchent d'un autobus, y montent ou en descendent. De plus, on a mis au point divers types de rétroviseurs et de systèmes d'avertissement qui peuvent accroître la sécurité dans certaines conditions. Certains d'entre eux sont conformes aux prescriptions fédérales et provinciales, tandis que d'autres les dépassent ou visent à résoudre le problème de la sécurité des déplacements à proximité d'un autobus par des moyens non prévus par la réglementation actuelle. Les sections suivantes résument les renseignements que nous avons sur les normes actuelles et ce matériel.

Tableau 2 : Estimation de l'augmentation du coût de production en dollars canadiens de 1985

Sièges	Coût de modification de la charpente par siège (1)	Coût du système de retenue par siège (2)	Augmentation totale du coût par siège (3) (4)	Coût total par autobus de 66 places (3) (4)	Coût total par autobus de 22 places (3) (4)
Dossier à rembourrage profilé	7,00 $	33,00 $	40,00 $	880,00 $	320,00 $
Dossier moins rigide	20,30 $	33,00 $	53,30 $	1 172,60 $	426,40 $
Siège tourné vers l'arrière	26,60 $	33,00 $	59,60 $	1 311,20 $	476,80 $
Ceinture trois points	63,70 $	52,50 $	116,20 $	2 556,40 $	929,60 $
Ceinture à attaches multiples	109,20 $	45,00 $	154,20 $	3 392,40 $	1 233,60 $

1. Ces chiffres représentent les coûts supplémentaires dus aux modifications apportées au siège standard de la Blue Bird. Il s'agit de majorations du prix de gros facturé par la Blue Bird à ses concessionnaires : elles ne comprennent donc pas la marge bénéficiaire de ces derniers.

2. Ces coûts sont les coûts réels des systènes de retenue standard Bendix. Ces rétracteurs sont des articles de stock, et aucun rabais n'est consenti sur les achats en grandes quantités.

3. Il s'agirait des prix de gros facturés aux concessionnaires d'autobus scolaires.

4. Ces coûts reposent sur l'installation de trois ceintures par siège.

Nota : L'équipement du siège actuel, non modifié, en ceintures sous-abdominales avec rétracteur coûterait à peu près le même montant que dans le cas du siège à dossier à rembourrage profilé.

La communication de renseignements aux élèves et aux conducteurs qui viserait à accroître leur connaissance des règles de sécurité à suivre aux arrêts d'autobus scolaire peut remplacer ou compléter l'équipement des autobus scolaires en matériel de sécurité supplémentaire. Des cours de formation et de perfectionnement pour conducteurs, par exemple, peuvent aider à maximiser l'efficacité de l'équipement actuel et d'un nouvel équipement. Grâce à la formation, les élèves peuvent aussi être mieux informés du but et des limites des dispositifs de sécurité des autobus scolaires et du devoir qu'ils ont de bien faire attention à l'autobus et de rester à tout moment à la vue du conducteur lorsqu'ils approchent d'un autobus ou après en être descendus.

4.2.1 Rétroviseurs

La NSVAC 111 prescrit que tous les autobus scolaires neufs vendus au Canada soient équipés d'au moins trois rétroviseurs : un rétroviseur plan (plat) d'une surface d'au moins 325 cm^2 de chaque côté de l'autobus et un rétroviseur convexe (courbe) d'une surface d'au moins 260 cm^2 au coin avant de gauche ou de droite de l'autobus. Les rétroviseurs latéraux assurent le champ de vision normal et sont assez grands pour que le conducteur voie la zone adjacente à la roue arrière de droite.

Le rétroviseur de coin assure la visibilité de l'angle mort le plus grand, soit de la portion de route qui est située directement à l'avant du véhicule et qui s'étend du pare-chocs jusqu'au point où le conducteur peut voir la route directement, à 4 mètres de là. S'il est situé au coin droit et si son rayon de courbure est assez petit, ce rétroviseur permet aussi de voir la zone du côté droit de l'autobus située à l'avant de la porte et adjacente à la roue avant de droite. La norme D250, "Autobus scolaires", de l'Association canadienne de normalisation impose aussi un rétroviseur convexe distinct pour assurer la visibilité de cette zone du côté droit. (Certaines lois provinciales sur la circulation routière renvoient à cette norme, et des exploitants d'autobus scolaires l'insèrent dans leur cahier des charges.)

Les rétroviseurs n'assurent pas toujours la visibilité ou la clarté de vision dont le conducteur a besoin pour voir un élève en toute circonstance. Il faut évidemment les tenir propres et bien orientés. Toutefois,

le principal problème posé par l'utilisation de rétroviseurs est la réduction de contraste qui résulte de la présence de gouttes de pluie sur les rétroviseurs et les fenêtres, du faible facteur de réflexion ou de l'obscurité. La neige peut masquer complètement les rétroviseurs en hiver. Les conducteurs peuvent avoir du mal à reconnaître l'image déformée dans un rétroviseur convexe.

Les exploitants d'autobus scolaires installent souvent des rétroviseurs supplémentaires pour que le conducteur ait une meilleure vue des piétons et de la circulation. Il faut toutefois plus de temps à ce dernier pour jeter un coup d'oeil sur ces rétroviseurs supplémentaires. Il est possible de réduire le nombre des rétroviseurs en utilisant des miroirs qui assurent un large champ de vision. Les rétroviseurs coûtent de 20 à 40 $.

4.2.2 Autres mesures

Il existe diverses mesures qui peuvent combler les lacunes des rétroviseurs actuels, mais la preuve de leur efficacité est anecdotique ou inexistante. Voici ces mesures :

a) Une barrière pivotante ou "bras de fermeture de passage", qui s'avance en pivotant autour du coin avant de droite de l'autobus lorsque ce dernier est arrêté. Cette barrière, d'une longueur d'environ 1,8 mètre, est conçue pour empêcher les élèves de s'engager dans l'angle mort avant. Elle se range contre le pare-chocs lorsque l'autobus est en mouvement. Son coût est d'environ 300 à 400 $.

b) Les autobus où le conducteur et la porte d'entrée sont à l'avant des roues avant. Ces autobus n'ont pas de capot de moteur de manière à réduire l'angle mort à l'avant du pare-chocs. Un autobus à commande avancée de 72 places coûte environ 58 000 à 65 000 $, contre environ 50 000 $ pour un autobus scolaire ordinaire ayant le même nombre de places et un équipement équivalent.

c) Le recours à des élèves-surveillants plus âgés qui descendent de l'autobus à chaque stop, examinent les angles morts pour le conducteur et veillent à ce que les élèves montent dans l'autobus, en descendent et traversent la route sans danger. Cette idée n'a pas plu aux autorités scolaires et aux exploitants

d'autobus à cause des problèmes organisationnels et de la question de savoir lequel serait responsable en cas d'accident, le conducteur ou le surveillant.

d) Les systèmes détecteurs de proximité (voir la section suivante).

4.2.3 Systèmes détecteurs de proximité

Ces systèmes sont des dispositifs électroniques conçus pour avertir le conducteur lorsqu'ils détectent un obstacle à proximité de l'autobus. Les capteurs eux-mêmes peuvent être placés près du pare-chocs avant, pour sonder l'angle mort avant, et devant chaque roue arrière. Un voyant et un ronfleur du tableau de bord avertissent le conducteur de la détection d'un obstacle.

On a mis au point et commercialisé de nombreux systèmes fondés sur la technologie du radar, de l'ultrason et de l'infrarouge. La plupart coûtent très cher en comparaison des rétroviseurs, qu'ils ne remplaceraient pas. Le prix des unités, non installées, varient de 300 $ à plus de 1 000 $. La barre de contact est une autre idée. Lorsqu'un obstacle heurte cette barre, placée en travers de l'autobus sous le pare-chocs avant ou devant les roues arrière, elle avertit le conducteur et peut aussi provoquer un freinage immédiat en actionnant un commutateur.

Il est possible aussi d'utiliser des systèmes vidéo, mais ils ressemblent plus à des "miroirs électroniques" qu'aux systèmes décrits ci-dessus, car ces systèmes d'avertissement sont tout à fait passifs : le conducteur doit encore regarder un écran et reconnaître ce qu'il voit pour déterminer s'il y a un obstacle.

Il y a très peu de données publiques sur l'efficacité et la fiabilité relative de ces systèmes sur le plan de la sécurité. Dans la plupart des cas, elles dépendent de facteurs tels que le mouvement des objets (le radar ne détecte pas nécessairement un objet immobile), l'orientation des systèmes ou le réglage de la sensibilité des circuits électroniques. De plus, la pluie, la boue, la neige et l'accumulation de glace ou des froids extrêmes peuvent rendre ces dispositifs inopérants.

Quant aux autres problèmes d'exploitation, il peut s'agir d'une panne, d'un faux avertissement (à cause de

nids-de-poule, de feuilles, de papiers, etc.), de l'absence d'avertissement lorsque le véhicule rencontre un obstacle réel, et de l'entretien supplémentaire à effectuer (le réglage et la sensibilité risquent de devoir être vérifiés périodiquement). De plus, sauf peut-être dans le cas d'une barre de contact qui serre automatiquement les freins, les systèmes détecteurs de proximité exigent que le conducteur perçoive l'avertissement, le comprenne et y donne suite. Un inconvénient de la barre en question, c'est qu'il n'y a aucun avertissement avant que l'autobus ne soit en mouvement et que l'obstacle soit presque sous les roues.

Environ 4 p. 100 des accidents d'autobus scolaire ont lieu en marche arrière. Les avertisseurs de recul qui émettent un signal sonore à l'intention des gens qui se tiennent derrière le véhicule ne sont probablement pas justifiés dans le cas des autobus scolaires, parce que plus de 98 p. 100 des accidents en marche arrière ne causent que des dommages à la propriété (cinq personnes seulement ont été blessées, et aucune mortellement, depuis trois ans). (Voir la référence 2.) Ces avertisseurs coûtent en général de 100 à 125 dollars, et ils sont habituellement fiables.

4.3 Signalisation

Pendant les trois années scolaires visées par l'étude récente de Transports Canada (référence 2), deux élèves ont été tués et 45 autres ont été blessés dans des collisions avec un ou plusieurs autres véhicules qui dépassaient leur autobus scolaire. Dans ces cas, le conducteur de ce dernier n'a pas pu faire grand chose, sauf peut-être avertir les élèves de vive voix s'il jugeait qu'il y avait risque de collision. Toutefois, les autobus scolaires sont munis d'une signalisation conçue pour avertir les autres conducteurs de s'arrêter lorsque des élèves traversent la route pour y monter ou après en être descendus. Toutes les provinces et tous les territoires canadiens exigent que ces véhicules soient munis de feux d'avertissement, et certains d'entre eux prescrivent une signalisation supplémentaire.

4.3.1 Feux d'avertissement des autobus scolaires

La NSVAC 108, "Éclairage", exige que tous les autobus scolaires neufs soient munis de quatre clignotants rouges, soit deux à l'avant et deux à l'arrière, près

du toit. Ces feux avertissent les autres conducteurs d'arrêter lorsque des enfants montent dans ces autobus ou en descendent, et traversent la route. Le conducteur les allume en immobilisant son autobus, et ils sont obligatoires dans toutes les provinces.

Même s'il n'est pas prescrit par la réglementation fédérale, un circuit à huit feux est obligatoire sur les autobus scolaires de quatre provinces (Nouvelle-Écosse, Nouveau-Brunswick, Manitoba et Alberta), permis dans quatre autres provinces ou territoires, et interdit dans les quatre derniers. Dans ce circuit, un feu jaune est adjacent à chaque feu rouge. Le conducteur actionne les clignotants jaunes quelques secondes avant d'arrêter, pour avertir les automobilistes que l'autobus ralentit et qu'il s'arrêtera pour prendre ou laisser descendre des passagers. L'ouverture de la porte lorsque celui-ci s'est arrêté éteint automatiquement les feux jaunes et allume les feux d'avertissement rouges ordinaires. À noter que le conducteur peut également allumer le circuit habituel à quatre feux avant d'arrêter. Quant au circuit à huit feux, il coûte environ 170 dollars de plus que le circuit à quatre feux (300 dollars par autobus au lieu de 130 dollars), et ses frais d'entretien sont plus élevés.

Il y a très peu de données publiées indiquant si le circuit à huit feux est supérieur au circuit à quatre feux (rouges seulement) pour prévenir le dépassement illégal. Dans une étude effectuée en 1984 pour le compte de la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) des États-Unis (référence 8), on n'a constaté, au chapitre dudit dépassement, aucune différence importante entre les circuits à quatre feux et les circuits à huit feux.

4.3.2 Bras d'arrêt des autobus scolaires

Le bras d'arrêt est un panneau octogonal rouge ayant deux feux rouges de chaque côté. Il est situé du côté gauche de l'autobus, et adjacent au conducteur. Lorsque celui-ci actionne les clignotants rouges de son véhicule, ou qu'il ouvre la porte, le bras d'arrêt pivote automatiquement et ses feux commencent à clignoter. Le coût d'un bras d'arrêt mû à l'électricité, y compris l'installation, est d'environ 375 dollars.

Les études effectuées en Alberta et en Ontario au sujet du bras d'arrêt ont montré qu'il réduit de la moitié le taux de dépassement illégal relatif aux autobus qui n'en sont pas munis. Dans l'étude de la NHTSA (référence 8), celle-ci a précisé que le bras d'arrêt utilisé de concert avec le circuit à huit feux réduisait du tiers, et même de la moitié, le nombre d'infractions en matière de dépassement, comparativement à la situation lorsqu'on avait recours au circuit à huit feux non accompagné d'un bras d'arrêt. Cette étude faisait état de plusieurs raisons possibles de ladite réduction, à savoir :

i) Il se peut que le dispositif en question agisse comme "obstacle visuel" et dissuade les automobilistes de dépasser l'autobus.

ii) Les conducteurs ont été conditionnés à s'arrêter devant un panneau d'arrêt.

iii) Le bras d'arrêt dégage plus d'autorité que les simples clignotants du toit, parce qu'il est situé près de la chaussée et qu'il ne se met en évidence que lorsque les automobilistes doivent arrêter.

iv) Le bras d'arrêt est un avertisseur plus fiable (il est situé au niveau des yeux, du côté gauche de l'autobus) que les clignotants du toit, que les automobilistes ne peuvent peut-être pas toujours voir à cause d'obstacles comme un arbre ou un véhicule.

Le bras d'arrêt est maintenant prescrit pour les autobus scolaires dans cinq provinces, soit Terre-Neuve, l'Ontario, le Manitoba, la Saskatchewan et l'Alberta. L'ensemble des autres provinces et territoires en permettent l'utilisation.

Une innovation canadienne récente est un bras d'arrêt beaucoup plus long et placé plus haut, qui fait saillir le panneau d'arrêt jusque dans le milieu de la voie adjacente. Il n'y a encore aucune donnée indiquant avec quelle efficacité on peut le comparer au bras d'arrêt ordinaire, et si son usage pose des problèmes d'exploitation.

Transports Canada envisage actuellement de modifier la NSVAC 108 pour prescrire l'installation d'un bras d'arrêt ordinaire sur tous les nouveaux autobus scolaires vendus au Canada.

5.0 RÉSUMÉ

Le présent document a pour but de fournir des données et des renseignements de base sur le transport par autobus scolaire et la sécurité de ce dernier. Les données existantes laissent entendre que les élèves courent un risque relativement faible d'être grièvement blessés, ou même d'être tués, lorsqu'ils se servent de l'autobus pour aller à l'école et en revenir. C'est lorsque les élèves sont à l'extérieur de l'autobus scolaire qu'ils courent le plus de risques (ils sont alors des piétons), plutôt que lorsqu'ils sont des occupants de ce dernier. Nous avons résumé le régime actuel de normes et pratiques de sécurité aux paliers fédéral et provincial, et fait état d'un certain nombre de mesures qui pourraient accroître encore la sécurité des élèves. Transports Canada se sert de ces renseignements pour déterminer quelles autres normes de sécurité des véhicules peuvent être justifiées dans le cas des autobus scolaires. Nous espérons que notre rapport encouragera tous ceux qu'intéresse la sécurité des usagers de ces derniers à nous faire connaître leurs vues et leurs observations.

RÉFÉRENCES

1. Gutoskie, P.A., School Bus Accident Study. Mémoire technique TMSE 7801, Transports Canada, Ottawa (Canada), juillet 1978.

2. Gutoskie, P.A., Analyse des dossiers sur les accidents d'autobus scolaire survenus au Canada entre 1982-1983 et 1984-1985. Rapport n° TP8740, Transports Canada, Ottawa (Canada), août 1987.

3. Hendrick, B.E., Canadian School Bus Accident Summary, 1977-1988. Rapport n° ASF-S-682-88, Transports Canada, décembre 1988.

4. Safety Study - Crashworthiness of Large Post-Standard School Buses, 1984-86. Rapport n° NTSB/SS-87/01, National Transportation Safety Board, Washington (D.C.), U.S.A., 18 mars 1987.

5. Farr, G.N., School Bus Safety Study, Vol. I et II. Rapport n° TP6222E, Transports Canada, Ottawa (Canada), janvier 1985.

6. Farr, G.N., Étude de développement de sièges d'autobus scolaires. Rapport n° TP8445E, Transports Canada, Ottawa (Canada), avril 1987.

7. Dawson, N.E., Evaluation of the School Bus Demonstration Project. Mémoire technique TMRU 8801, Transports Canada, Ottawa (Canada), octobre 1988.

8. Hale, A., Shapiro, R.G., Blomberg, R.D. et Kearney, E.F., Development and Test of Rural Pedestrian Safety Countermeasures. Dunlap and Associates Inc. pour le compte de la National Highway Traffic Safety Administration. Rapport n° DOT-HS-806 518 (PB84-186 410), Washington (D.C.), U.S.A., décembre 1983.

ANNEXE

NORMES DE SÉCURITÉ
DES VÉHICULES AUTOMOBILES DU CANADA
APPLICABLES AUX AUTOBUS SCOLAIRES

ÉTAT DES NORMES DE SÉCURITÉ DES VÉHICULES AUTOMOBILES DU CANADA TOTAL : 35 NORMES APPLICABLES AUX AUTOBUS SCOLAIRES - DÉCEMBRE 1988

Les normes suivantes relatives aux autobus scolaires sont actuellement en vigueur :

Norme	Titre	Exigences
101	Place et identification des commandes	Elle prescrit l'emplacement, l'identification et l'éclairage de certaines commandes; la métrisation des compteurs de vitesse (01/77) et des odomètres (09/77), et l'usage de symboles internationaux.
102	Sélecteur de boîte de vitesses	Elle prescrit l'identification et l'utilisation des sélecteurs de transmission automatique et de transmission manuelle, et contient des dispositions sur le freinage moteur et le blocage du démarreur.
103	Dégivrage et désembuage du pare-brise	Elle porte qu'il doit y avoir un système de dégivrage et de désembuage du pare-brise.
104	Système essuie-glace et lave-glace	Elle porte qu'il doit y avoir un système essuie-glace à deux vitesses, précise la fréquence et la zone de balayage, et prescrit un système lave-glace.
105	Système de freinage hydraulique	Elle précise les composants, le rendement et la mise à l'essai des freins hydrauliques.
106	Boyaux de freins	Elle constitue la norme minimum régissant les boyaux de système de freinage à air, hydraulique et à dépression.
107	Surfaces réfléchissantes	Elle porte qu'il ne doit y avoir, dans le champ de vision du conducteur, aucune surface réfléchissante et brillante ou polie.

Norme	Titre	Exigences
108	Éclairage	Elle précise le nombre, l'emplacement, le mode d'utilisation et la puissance des feux extérieurs, notamment les feux d'avertissement des autobus scolaires.
108.1	Projecteurs	Elle permet l'usage de certains projecteurs européens.
111	Rétroviseurs	Elle précise les exigences en matière de rétroviseurs, et prescrit un rétroviseur devant permettre au conducteur de voir tout l'avant de l'autobus.
112	Dispositifs couvre-phares	Elle précise le mode d'utilisation normal et tout à fait sûr de ces dispositifs.
113	Système d'attache du capot	Elle prévoit un système d'attache du capot et un système de verrouillage secondaire si l'ouverture de ce dernier obstrue complètement ou partiellement le champ de vision du conducteur.
115	Numéro d'identification du véhicule	Elle prévoit un mode de codage normalisé du numéro de série, de la marque et des caractéristiques du véhicule, pour accroître l'efficacité des systèmes d'immatriculation provinciaux et faciliter les rappels de véhicules.
116	Fluide hydraulique des freins	Elle précise les caractéristiques du fluide hydraulique des freins (pH, viscosité, point d'ébullition, effet corrosif, etc.).
119 (NSPVAC)	Pneus	Elle précise les essais d'endurance et de résistance, les indicateurs d'usure de la bande de roulement, et les renseignements qui doivent figurer sur les flancs.

Norme	Titre	Exigences
120	Choix des pneus et des jantes	Elle assure des pneus ayant les bonnes dimensions et le bon coefficient de charge, ainsi que des jantes de dimensions et de type appropriés.
121	Systèmes de freinage à air	Elle porte sur la capacité du réservoir des freinage à air, sur les freins de secours et de stationnement, et sur les avertissements en cas de pannes.
124	Systèmes de commande d'accélération	Elle stipule que la commande du régime du moteur doit revenir à la position "fermé" dès que le conducteur relâche la commande d'accélération ou qu'il y a un bris de la tringlerie de commande du papillon.
205	Vitrages	Elle précise les essais relatifs aux vitrages (notamment les matières plastiques), p. ex. en ce qui concerne le champ de vision, la résistance aux chocs et à l'abrasion, les extrémités bordées de tous les vitrages non trempés des autobus scolaires.
207	Ancrages des sièges	Elle précise la résistance du siège du conducteur et des ancrages des sièges (voir aussi la norme 222).
208	Installation des ceintures de sécurité	Elle oblige la conducteur à se ceinturer (voir aussi la norme 222).
209	Ceintures de sécurité	Elle précise la résistance et les composants des ceintures de sécurité.
210	Ancrages des ceintures de sécurité	Elle précise la résistance de l'ancrage de la ceinture de sécurité du conducteur (voir aussi la norme 222).

Norme	Titre	Exigences
217	Fixation et ouverture des fenêtres d'autobus et issues de secours	Elle assure le maintien en place des vitrages soumis à une force, pour empêcher les occupants du véhicule d'être éjectés au moment d'un accident. Elle précise le nombre d'issues de secours ainsi que les forces nécessaires pour ouvrir et faire basculer ces dernières, et s'applique à tous les autobus scolaires.
220	Protection contre les tonneaux	Elle précise la résistance minimum que doit avoir le toit pour protéger les occupants lorsque le véhicule fait un tonneau.
221	Résistance des joints de carrosserie d'un autobus scolaire	Elle établit la résistance des joints en question pour réduire au minimum le nombre de blessures causées par les rebords coupants consécutifs au bris de ces derniers.
222	Sièges pour passager d'autobus scolaire et protection en cas de collision	Elle fait état des dimensions exigées dans le cas des sièges et des barrières de retenue, de la résistance et des possibilités d'amortissement que ceux-ci doivent avoir, de la résistance prévue pour les ancrages des sièges, ainsi que du rembourrage dont doivent être munies les zones susceptibles de venir en contact avec la tête et les genoux.
301	Étanchéité du système d'alimentation en carburant	Elle fixe des limites à la quantité de carburant qui peut s'écouler au moment d'une collision simulée et après cette dernière : l'écoulement doit être assez faible pour ne pas constituer un risque d'incendie.

Norme	Titre	Exigences
302	Inflammabilité	Elle limite le degré de combustion des matériaux à l'intérieur des véhicules en réduisant la vitesse et le champ de propagation des flammes.
1101	Dispositions générales	Elle prescrit l'usage d'un dispositif antipollution pour ne pas dépasser certains niveaux d'émission maximums, ainsi que l'apposition d'une étiquette donnant des instructions pour la mise au point du moteur.
1102	Gaz de carter	Elle stipule qu'un véhicule à essence ne doit émettre aucun gaz de carter.
1103	Gaz d'échappement	Elle limite la quantité maximum d'hydrocarbures, d'oxyde de carbone et d'oxyde d'azote rejetée dans l'atmosphère.
1104	Opacité	Elle limite l'opacité maximum d'un véhicule à moteur diesel pendant l'accélération et la traction.
1105	Gaz d'évaporation	Elle limite la quantité de vapeurs d'essence maximum qui peut s'échapper du réservoir de carburant d'un véhicule, du carburateur, etc.; elle ne s'applique qu'aux "petits" autobus.
1106	Bruit	Elle limite le bruit émis à l'intérieur et à l'extérieur du véhicule, pour qu'il ne dépasse pas un certain maximum.

Nota : Un "petit" autobus est une fourgonnette ou un véhicule du type fourgonnette d'un poids nominal brut du véhicule (PNBV) de 4 536 kg ou moins, et un "gros" autobus est un véhicule d'un PNBV dépassant 4 536 kg. Le PNBV d'un véhicule est le poids en charge maximum de ce dernier, précisé par le fabricant.